

# INRS

Université d'avant-garde

Centre - Eau Terre Environnement  
Rapport annuel 2011-2012



**Rapport annuel du 1<sup>er</sup> mai 2011 au 30 avril 2012**

Disponible en format électronique : [www.ete.inrs.ca/ete/publications#rapports\\_annuels](http://www.ete.inrs.ca/ete/publications#rapports_annuels)

**Rédaction et mise en page**

Mathilde Renaud

**Révision**

Jean-Daniel Bourgault  
Sophie Magos

**Photos de la page couverture**

Lorenzo Perozzi (haut) et Christian Martel (bas)

**Crédits photos**

Jessy Barrette, Paschale Bégin, Yves Bégin, Denis Bernier, Dan Beveridge, Satinder Kaur Brar, Jean-Daniel Bourgault, Arnaud De Coninck, Mathieu Des Roches, Christian Fleury, Claude Fortin, Lyal Harris, Karita Hudelson, Craig Jewell, René Lefebvre, MDA et Agence spatiale canadienne, Antoine Nicault, Julie Perreault, Danae Pitre, Danilo Rizzuti, Ressources naturelles Canada, Thomas Robert, Pierre-Simon Ross, Jean-Michel Thériault, Josianne Trottier.

**Pour information**

Institut national de la recherche scientifique  
Centre - Eau Terre Environnement  
490, de la Couronne  
Québec (Québec) G1K 9A9  
CANADA  
Téléphone : 418 654-2524  
Télécopie : 418 654-2600  
Courriel : [info@ete.inrs.ca](mailto:info@ete.inrs.ca)  
Site Internet : [www.ete.inrs.ca](http://www.ete.inrs.ca)

C'est avec grand plaisir que nous présentons le onzième rapport annuel du Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique pour l'année 2011-2012.

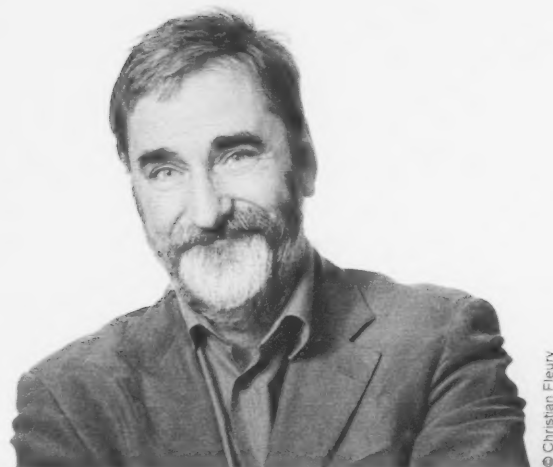
La mission du Centre est orientée vers le développement durable et la protection de l'environnement dans les domaines des sciences de l'eau et de la terre. La formation aux cycles supérieurs, la diffusion des connaissances et le transfert technologique font partie intégrante de cette mission et, à ce chapitre, l'année a été riche en réalisations.

Ce rapport fait état des projets porteurs de l'année dans les différents domaines de spécialité du Centre. Citons pour exemple, le projet FACE sur l'adaptation aux changements climatiques au Canada et en Afrique de l'Ouest dans le domaine des ressources en eau, le projet Métaux dans l'environnement visant à atténuer le risque de contamination et favoriser le développement durable, le projet de connaissances sur les eaux souterraines en Chaudière-Appalaches, le projet de bioconversion de boues d'épuration pour la production de biodiesel. Autant d'initiatives qui témoignent d'un dynamisme porté par un corps professoral et un personnel de recherche débordant d'idées et d'initiatives.

Au chapitre du financement, les professeurs ont eu de bons succès. Deux chaires de recherche ont été renouvelées, celle sur la bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration et celle sur la biogéochimie des éléments traces. Quatre nouvelles subventions d'engagement partenarial ont aussi été obtenues favorisant ainsi de nouvelles collaborations avec des entreprises.

À la collation des grades de l'automne 2012, huit étudiants au doctorat et 18 à la maîtrise ont été diplômés en sciences de la terre et en sciences de l'eau. De plus, cinq étudiants ont complété la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau.

Dans le cadre des célébrations du 10<sup>e</sup> anniversaire du Centre Eau Terre Environnement, né de la fusion des centres INRS-Eau et Géoressources en 2001, un livre relatant les 30 ans d'histoire des géosciences à l'INRS a été publié en novembre. Ce livre complète celui sur l'histoire du centre INRS-Eau publié en 2009.



© Christian Fleury

Le présent rapport se veut donc le reflet des grandes réalisations du Centre Eau Terre Environnement pour l'année 2011-2012. Les succès obtenus sont attribuables à la contribution exceptionnelle de tous les membres, professeurs, étudiants, stagiaires, personnel de recherche et d'administration, chercheurs associés, notamment ceux de la Commission géologique du Canada avec qui nous cohabitons, ainsi que l'ensemble du personnel de soutien.

J'adresse de sincères remerciements à tous en les encourageant à poursuivre sur cette excellente voie en 2012-2013.

Le directeur,  
Yves Bégin



## Centre Eau Terre Environnement

### Institut national de la recherche scientifique (INRS)

L'INRS est une université consacrée à la recherche fondamentale et appliquée orientée vers le développement culturel, économique et social du Québec. Il s'agit d'un établissement universitaire qui a comme objectif de former des professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et de s'assurer du transfert des connaissances et des technologies dans l'ensemble des secteurs où il œuvre. L'INRS offre à ses étudiants et professeurs un milieu de recherche innovant et centré sur les besoins de la société.

L'INRS est composé de quatre centres :

- Eau Terre Environnement
- Énergie Matériaux Télécommunications
- INRS-Institut Armand-Frappier
- Urbanisation Culture Société

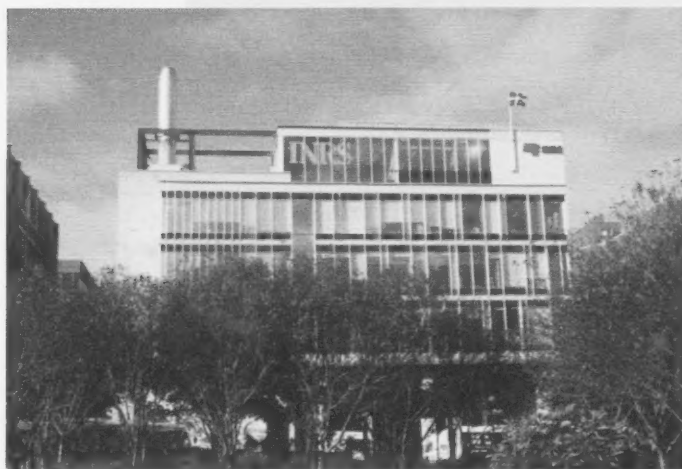
Le Centre est activement engagé dans le développement durable du Québec, particulièrement dans les domaines des sciences de l'eau, des géosciences et de l'environnement. Œuvrant en recherche de pointe, le Centre se situe au cœur des développements scientifiques et technologiques visant à favoriser la protection et la mise en valeur des ressources naturelles. Il offre des programmes de maîtrise professionnelle et de recherche ainsi que de doctorat en sciences de l'eau et de la terre. Des stages de formation à tous les niveaux universitaires sont aussi offerts.

Le programme scientifique comporte quatre grands axes de recherche, soit l'hydrologie, l'assainissement environnemental et la valorisation des résidus, la biogéochimie aquatique et les problématiques de contamination, et les géosciences.

Le Centre est situé au centre-ville de Québec, sur le campus urbain de l'Université du Québec. Il a aussi des laboratoires au Parc technologique du Québec métropolitain et une station de recherche en milieu naturel au Saguenay.

#### Pour information

Institut national de la recherche scientifique  
Centre - Eau Terre Environnement  
490, de la Couronne  
Québec (Québec) G1K 9A9  
CANADA  
Téléphone : 418 654-2524  
Télécopie : 418 654-2600  
Courriel : [info@ete.inrs.ca](mailto:info@ete.inrs.ca)  
Site Internet : [www.ete.inrs.ca](http://www.ete.inrs.ca)





## Hydrologie

2011-2012

### Le Canada possède près de 9 % des ressources en eau douce de la planète

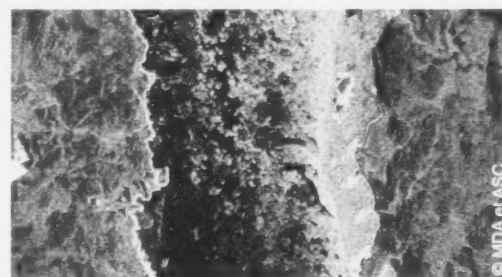
La gestion durable de cette ressource vitale est une priorité au Centre Eau Terre Environnement qui regroupe la plus forte concentration d'experts universitaires dans le domaine de l'eau au Canada.

L'expertise des chercheurs du Centre dans le développement et l'application de nouvelles approches numériques permet d'offrir des outils d'analyse et d'aide à la décision applicables à divers contextes. L'équipe multidisciplinaire s'intéresse autant à la disponibilité des ressources qu'aux problématiques environnementales. La formation de professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et le transfert de connaissances et de technologies font partie de la mission du Centre.

### Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

#### Le suivi des glaces, une préoccupation toute nordique

Des chercheurs de cinq pays nordiques partageant la préoccupation du suivi du couvert de glace des rivières et des lacs se sont regroupés au sein du consortium *North Hydrology* dans le but d'améliorer les outils de suivi basés sur les images des satellites d'observation de la terre et d'intégrer les produits dérivés (cartes, statistiques) dans des modèles de prévision hydrologique ou climatique. L'équipe de l'INRS perfectionne un outil de suivi de la dynamique de la glace de rivières (IceMap-R) à l'aide d'images satellites radar haute résolution dans le but de l'intégrer à des systèmes de prévision des embâcles et des inondations.



© MDA et ASC

#### Des débordements en vue?

Les scénarios climatiques pour le sud du Québec prévoient une augmentation des précipitations d'ici au milieu du siècle avec une plus grande fréquence de pluies intenses. Ceci risque d'affecter la performance des systèmes urbains de gestion des eaux pluviales. Les impacts potentiels (refoulements, inondations) pourraient être coûteux. Les chercheurs font des simulations hydrologiques des réseaux de drainage pour cinq secteurs urbains afin d'évaluer leur performance en climat futur. Diverses mesures d'adaptation aux changements climatiques seront comparées afin de guider les municipalités dans leurs stratégies visant à maintenir à long terme un niveau de performance adéquat pour les réseaux de drainage.



#### Vers un modèle de la dynamique du fleuve

L'estuaire fluvial du Saint-Laurent s'étend sur 160 km entre le lac Saint-Pierre et la pointe est de l'île d'Orléans. Le projet vise à construire un modèle numérique 2D d'advection-diffusion capable d'anticiper en temps réel et futur la qualité de l'eau dans ce tronçon du fleuve. La qualité de l'eau du Saint-Laurent est soumise à des variations spatiales et temporelles influencées par un grand nombre de facteurs naturels et anthropiques. Un survol LIDAR (télé-détection par laser) permettra de décrire avec précision les berges, estrans et hauts-fonds du fleuve entre Montmagny et Trois-Rivières. Ces données seront intégrées dans un modèle hydrodynamique de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent.



## Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



### HYDROLOGIE DES BASSINS VERSANTS

Modélisation hydrologique et logiciels d'aide à la décision pour la gestion intégrée de l'eau par bassin versant. | Télédétection et outils géomatiques pour l'évaluation et le suivi des ressources en eau.

**Monique Bernier** | Télédétection | monique.bernier@ete.inrs.ca

**Kareem Chokmani** | Télédétection | kareem.chokmani@ete.inrs.ca

**Alain N. Rousseau** | Modélisation | alain.rousseau@ete.inrs.ca

**Jean-Pierre Villeneuve** | Gestion intégrée

jean-pierre.villeneuve@ete.inrs.ca



### HYDROLOGIE URBAINE

Diagnostic de l'état structural des réseaux d'aqueduc et d'égout et estimation du temps optimal d'intervention. | Contrôle de la contamination causée par les débordements des réseaux d'égout. | Vulnérabilité au changement climatique de l'approvisionnement en eau potable.

**Sophie Duchesne** | Infrastructures | sophie.duchesne@ete.inrs.ca

**Alain Mailhot** | Modélisation et gestion | alain.mailhot@ete.inrs.ca

**Jean-Pierre Villeneuve** | Gestion intégrée



### HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENTALE

Caractérisation des rivières, modélisation de l'habitat du poisson et effets des perturbations anthropiques sur ceux-ci. | Outils de simulation hydro-informatique pour modéliser la dynamique et la qualité de l'eau à l'échelle de tronçons fluviaux.

**Normand Bergeron** | Géomorphologie et habitat fluvial

normand.bergeron@ete.inrs.ca

**Yves Secretan** | Hydro-informatique | yves.secretan@ete.inrs.ca



### HYDROLOGIE STATISTIQUE

Modélisation et estimation de variables hydrologiques et d'événements extrêmes en contexte de changements climatiques. | Analyse statistique des ressources en eau et des réseaux de mesure. | Écohydrologie statistique appliquée à la caractérisation et à la gestion des habitats aquatiques.

**Fateh Chebana** | Modélisation | fateh.chebana@ete.inrs.ca

**Taha B.M.J. Ouarda** | Hydrométéorologie | taha.ouarda@ete.inrs.ca

**André St-Hilaire** | Hydrologie environnementale

andre.st-hilaire@ete.inrs.ca

## Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Ben Aïssia, M. A., Chebana, F., Ouarda, T. B. M. J., Roy, L., Desrochers, G., Charlier, I. et Robichaud, É.** (2012). Multivariate analysis of flood characteristics in a climate change context of the watershed of the Baskong reservoir, Province of Quebec, Canada. *Hydrological Processes*, 26 (1): 130-142.  
DOI: 10.1002/hyp.8117
- **Bergeron, N. E., Buffin-Bélanger, T. B. et Dubé, J.** (2011). Conceptual model of river ice types and dynamics along sedimentary links. *River Research and Applications*, 27 (9): 1159-1167.  
DOI: 10.1002/rra.1479
- **Beveridge, D., St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J., Khalil, B., Conly, F. M., Wassenaar, L. I. et Ritson-Bennett, E.** (2012). A geostatistical approach to optimize water quality monitoring networks in large lakes: Application to Lake Winnipeg. *Journal of Great Lakes Research*, 38 (Supplement 3): 174-182.  
DOI: 10.1016/j.jglr.2012.01.004
- **Bouda, M., Rousseau, A. N., Konan, B., Gagnon, P. et Gumiére, S. J.** (2011). Case study: Bayesian uncertainty analysis of the distributed hydrological model HYDROTEL. *Journal of Hydrologic Engineering*, 17 (9): 1021-1032.  
DOI: 10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000550
- **Khalidoun, J., Van Bochove, E., Bernier, M. et Nolin, M. C.** (2011). Mapping agricultural frozen soil on the watershed scale using remote sensing data. *Applied and Environmental Soil Science*, 193237: 1-15.  
DOI: 10.1155/2011/193237
- **Holanda, P. S., Blanco, C. J. C., Cruz, D. O. A., Lopez, D. F., Baganha Barp, A. R. et Secretan, Y.** (2011). Hydrodynamic modeling and morphological analysis of Lake Agua Preta: One of the water sources of Belém-PA-Brazil. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 33 (2): 117-124.  
DOI: 10.1590/S1678-58782011000200001
- **Mailhot, A., Beauregard, I., Talbot, G., Caya, D. et Biner, S.** (2012). Future changes in intense precipitation over Canada assessed from multi-model NARCCAP ensemble simulations. *International Journal of Climatology*, 32 (5): 1151-1163.  
DOI: 10.1002/joc.2343
- **St-Hilaire, A., Ouarda, T. B. M. J., Bargaoui, Z., Daigle, A. et Bilodeau, L.** (2012). Daily river water temperature forecast model with a k-nearest neighbour approach. *Hydrological Processes*, 26 (9): 1302-1310.  
DOI: 10.1002/hyp.8216

## Une variété de partenaires de recherche

- Agences spatiales canadienne et européenne
- Centre de recherches pour le développement international (CRDI)
- Conseil de gestion du bassin-versant de la rivière Restigouche
- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Gouvernement du Canada (Agriculture et Agroalimentaire; Environnement)
- Gouvernement du Québec (Agriculture, Pêcheries et Alimentation; Centre d'expertise hydrique; Santé et Services sociaux; Sécurité publique; Relations internationales; Transports)
- Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)
- Ville de Québec



## Assainissement et valorisation

2011-2012

Au Québec, il se produit 25 tonnes de matières résiduelles non dangereuses chaque minute; ces déchets ont un énorme potentiel de valorisation

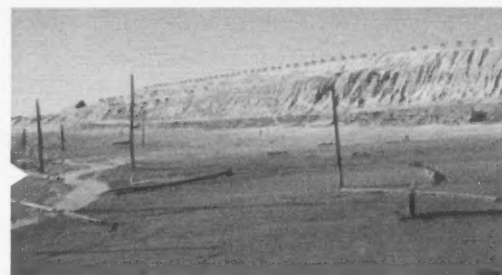
Les défis auxquels est confrontée la société d'aujourd'hui en matière de récupération et de valorisation des déchets demandent une adaptation continue des méthodes et technologies utilisées.

Le Centre Eau Terre Environnement est un chef de file dans le développement de technologies environnementales. Ses chercheurs ont une vaste expérience du traitement et de la valorisation des boues d'épuration, d'effluents et de résidus contaminés. De plus, le Centre possède un parc d'équipements pilotes et d'instruments analytiques des plus complets et flexibles. Les procédés élaborés font régulièrement l'objet de brevets et de transferts technologiques vers les entreprises. La formation de professionnels qualifiés aux cycles supérieurs fait également partie de la mission.

### Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

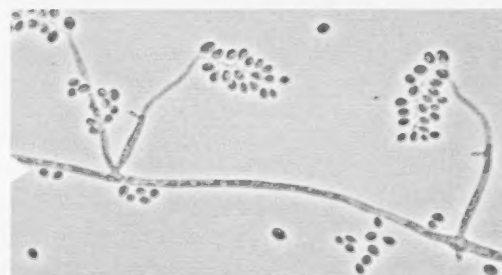
#### Décontaminer sans polluer

Le drainage minier acide est une problématique environnementale majeure reliée à l'industrie minière. Afin de limiter la contamination du milieu naturel par les eaux minières acides chargées en métaux, une technique de plus en plus utilisée est l'installation de biofiltres sulfato-réducteurs constitués de matériaux naturels (écorces, copeaux, tourbe, calcaire, etc.). Mais une fois leur durée de vie terminée, que peut-on faire de ces biomasses résiduelles polluées? Les chercheurs étudient le comportement biogéochimique de celles-ci dans le but de trouver des filières technologiques pour se débarrasser de ces rejets ou les recycler de façon économique et sécuritaire.



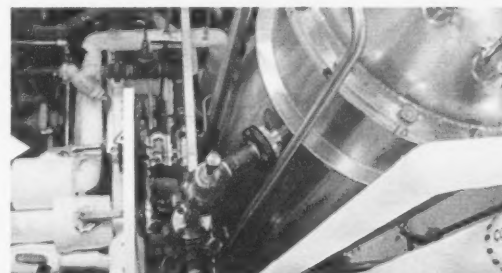
#### Des microbes productifs nourris à la levure

Les biopesticides constituent une solution écologique pour remplacer la lutte chimique contre les insectes ravageurs tant en agriculture qu'en foresterie. Les biopesticides sont produits par fermentation microbienne dans des milieux de culture. L'activité microbienne dépend entre autres des nutriments qui sont ajoutés au milieu de culture; la qualité de ces nutriments influençant la productivité. Les extraits de levure sont un de ces ingrédients ajoutés. Différents types d'extraits de levure sont testés afin de sélectionner ceux qui améliorent le plus le rendement de la production de biopesticides.



#### Du carburant propre à partir d'eaux usées

La demande pour le biodiesel est en augmentation pour les mêmes raisons que celle de l'éthanol. Le biodiesel est obtenu à partir d'huile végétale ou animale transformée par un procédé chimique appelé transestérification. Un groupe de chercheurs vise à obtenir des produits à valeur ajoutée à partir de boues d'épuration. Ils ont isolé dans les eaux usées de nouvelles souches microbiennes qui accumulent beaucoup de lipides, ces derniers pouvant ensuite être convertis en biodiesel. Ils travaillent à optimiser les conditions d'extraction et de transestérification. Le but est une double réduction: moins de boues d'épuration à éliminer et moins de pétrole utilisé.



## Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



### ASSAINISSEMENT ENVIRONNEMENTAL

Développement et optimisation de procédés d'extraction des métaux toxiques et d'élimination de contaminants organiques de matrices contaminées. | Mise au point de technologies de traitement de boues d'épuration et d'effluents urbains et industriels.

**Jean-François Blais** | Décontamination

jean-francois.blais@ete.inrs.ca

**Patrick Drogui** | Électrotechnologies

patrick.drogui@ete.inrs.ca

**Guy Mercier** | Décontamination et valorisation

guy.mercier@ete.inrs.ca

**Normand Tassé** | Géochimie

normand.tasse@ete.inrs.ca



### VALORISATION DE RÉSIDUS ET DE BIOMASSES

Développement de procédés de transformation, de bioconversion ou de recyclage de divers types de rejets urbains et industriels. | Mise au point de technologies de biotransformation des boues d'épuration en produits à valeur ajoutée.

**Mario Bergeron** | Chimie minérale et environnementale

mario.bergeron@ete.inrs.ca

**Satinder Kaur Brar** | Biovalorisation et contaminants émergents

satinder.brar@ete.inrs.ca

**Rajeshwar Dayal Tyagi** | Bioconversion

rd.tyagi@ete.inrs.ca

## Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Bisone, S., Blais, J.-F., Drogui, P. et Mercier, G.** (2012). Toxic metal removal from polluted soil by acid extraction. *Water, Air & Soil Pollution*, 223 (7): 3739-3755. DOI: 10.1007/s11270-012-1145-1
- **Dhillon, G. S., Brar, S. K., Kaur, S. et Verma, M.** (2012). Green approach for nanoparticle biosynthesis by fungi: Current trends and applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 32 (1): 49-73. DOI: 10.3109/07380551.2010.550568
- **Gnepe, J. R., Tyagi, R. D., Brar, S. K., Valéro, J. et Surampalli, R. Y.** (2012). Pre-treatment of agro-industrial waste used as alternative nutrients for rearing *Cydia pomonella*. *Biosystems Engineering*, 111 (3): 261-270. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2011.12.002
- **Mercier, G., Blais, J.-F., Dhenain, A. et Chartier, M.** (2011). Improvement of a three-step process for the treatment of aluminium hazardous wastes containing PAHs (benzo(b,j,k)fluoranthene and chrysene) and fluoride. *Environmental Technology*, 32 (16): 1883-1893. DOI: 10.1080/09593330.2011.567302
- **Zaviska, F., Drogui, P., Blais, J.-F. et Mercier, G.** (2012). Electrochemical treatment of bisphenol-A using response surface methodology. *Journal of Applied Electrochemistry*, 42 (2): 95-109. DOI: 10.1007/s10800-011-0376-y

## Une variété de partenaires de recherche

- Centre technologique des résidus industriels (CTRI)
- Consortium de recherche et innovation en bioprocédés industriels au Québec (CRIBIQ)
- Gouvernement du Québec (Agriculture, Pêcheries et Alimentation; Relations internationales)
- Hydro-Québec
- Société de protection des forêts contre les insectes et maladies (SOPFIM)
- Tecosol



### La pollution de l'eau est l'enjeu environnemental n°1 au Canada selon un sondage récent

Les polluants qui entrent dans les écosystèmes aquatiques s'accumulent dans les sédiments et se concentrent dans les chaînes alimentaires. Pour s'attaquer à ce problème, il est essentiel de comprendre les processus qui contrôlent les échanges de polluants entre les sédiments, l'eau et les organismes vivants, ainsi que leurs effets sur les écosystèmes aquatiques.

Les chercheurs du Centre Eau Terre Environnement mènent des recherches concertées sur la dispersion des contaminants, l'assimilation et les effets des métaux chez les organismes aquatiques et la détection des changements environnementaux dans les écosystèmes grâce notamment à des organismes sentinelles. La formation de professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et le transfert de connaissances et de technologies font partie de la mission du Centre.

### Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

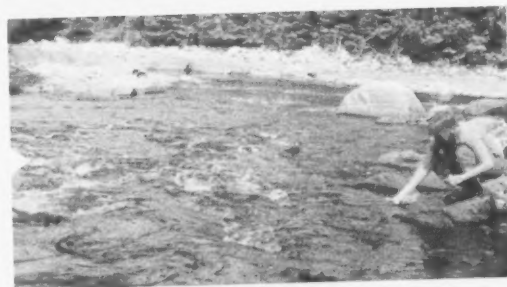
#### Des poissons bons au goût, mais moins pour la santé

Un taux élevé de mercure est toxique autant pour les poissons que pour les humains qui les consomment. Dans le nord du Canada, l'omble chevalier d'eau douce est une espèce prisée, mais souvent contaminée, environ 30 % des populations ayant des taux de mercure dépassant le seuil de toxicité. Un échantillonnage d'ombles a été effectué dans plusieurs lacs présentant différents taux de contamination sur l'île de Cornwallis, au centre de l'Arctique canadien. Le but du projet est de déterminer les seuils biologiques de toxicité pour ces poissons et les effets sur l'anatomie et la physiologie de leur foie, leur reproduction et leur santé générale.



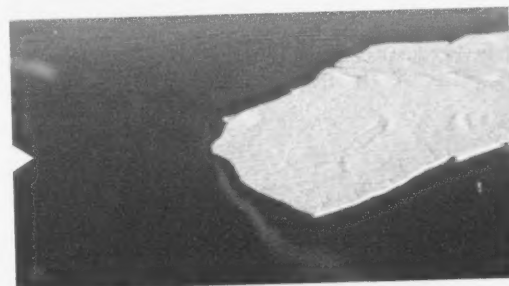
#### Dépister les lacs malades à l'aide d'algues indicatrices

Les diatomées (algues microscopiques) sont utilisées pour faire le suivi des écosystèmes aquatiques. L'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) est un indice intégrant différents types d'altération des cours d'eau (principalement l'eutrophisation) et permettant d'identifier les sites perturbés. Les chercheurs travaillent à optimiser cet indice, entre autres, en augmentant le nombre et la répartition spatiale des échantillons. Depuis la première version en 2006, l'IDEC a été utilisé pour évaluer la qualité de l'eau dans plus de 700 sites au Québec et en Ontario. Le nouvel IDEC sera utilisé pour la première fois lors d'un suivi des cours d'eau du parc de la Gatineau.



#### La glace fond plus vite que prévu

Le couvert de glace de l'Arctique, un indicateur de premier plan du changement climatique, a atteint cette année son niveau record minimum, au-delà de ce que prédisaient les modèles informatiques. Cette tendance à dépasser les prévisions des modèles, observée depuis quelques années, remet en cause certains paramètres de ceux-ci. Un des objectifs du projet est de mieux comprendre le rôle de certains processus physiques responsables de la circulation et du mélange des eaux arctiques : les tourbillons, les remontées d'eau et la convection verticale lors de la formation de la glace. On s'intéresse aussi aux échanges entre la mer de Baffin et celle de Beaufort à travers le passage du Nord-ouest.





## Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



### GÉOCHIMIE ENVIRONNEMENTALE

Identification des sources, transport atmosphérique et sédimentation des contaminants dans les lacs et les océans. | Transport et devenir des contaminants organiques en milieu agricole.

**Charles Gobeil** | Contamination aquatique  
charles.gobeil@ete.inrs.ca

**Pierre Lafrance** | Contaminants organiques  
pierre.lafrance@ete.inrs.ca



### ÉCOTOXICOLOGIE AQUATIQUE

Mécanismes d'accumulation des métaux et détection de leurs effets chez les organismes vivants, de la cellule jusqu'aux communautés. | Outils pour évaluer les risques associés à la contamination du milieu aquatique pour les populations animales et la biodiversité.

**Peter G.C. Campbell** | Contaminants métalliques  
pgc.campbell@ete.inrs.ca

**Patrice Couture** | Effets sur les poissons  
patrice.couture@ete.inrs.ca

**Paul Drevnick** | Contamination au mercure  
paul.drevnick@ete.inrs.ca

**Claude Fortin** | Contaminants métalliques  
claud.fortin@ete.inrs.ca

**Landis Hare** | Effets sur les invertébrés  
landis.hare@ete.inrs.ca



### LIMNOLOGIE ET OCÉANOGRAPHIE

Effets des changements climatiques sur le mélange et la transparence de l'eau et impacts de la fonte du pergélisol sur le cycle du carbone et leurs interactions avec la productivité microbienne dans les lacs. | Processus physiques (circulation et mélange) et leurs impacts sur la production biologique dans les mers arctiques.

**Isabelle Laurion** | Limnologie et biooptique  
isabelle.laurion@ete.inrs.ca

**Yves Gratton** | Océanographie physique  
yves.gratton@ete.inrs.ca

## Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Caron, E., Lafrance, P. et Auclair, J.-C.** (2012). Temporal evolution of atrazine and metolachlor concentrations exported in runoff and subsurface water with vegetated filter strips. *Agronomy and Sustainable Development*, 32 (4) : 935-943.  
DOI : 10.1007/s13593-012-0087-8
- **Drevnick, P. E., Engstrom, D. R., Driscoll, C. T., Swain, E. B., Balogh, S. J., Kamman, N. C., Long, D. T., Muir, D. G. C., Parsons, M. J., Rolhus, K. R. et Rossmann, R.** (2012). Spatial and temporal patterns of mercury accumulation in lacustrine sediments across the Laurentian Great Lakes region. *Environmental Pollution*, 161 (Février 2012) : 252-260.  
DOI : 10.1016/j.envpol.2011.05.025
- **Gauthier, C., Campbell, P. G. C. et Couture, P.** (2011). Enzymatic correlates of energy status in wild yellow perch inhabiting clean and contaminated environments. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 30 (9) : 2148-2156.  
DOI : 10.1002/etc.609
- **Lavoie, M., Le Faucheur, S., Boulemant, A., Fortin, C. et Campbell, P. G. C.** (2012). The influence of pH on algal cell membrane permeability and its implications for the uptake of lipophilic metal complexes. *Journal of Phycology*, 48 (2) : 293-302.  
DOI : 10.1111/j.1529-8817.2012.01126.x
- **Macdonald, R. W. et Gobeil, C.** (2011). Manganese sources and sinks in the Arctic Ocean with reference to periodic enrichments in basin sediments. *Aquatic Geochemistry*, En ligne.  
DOI : 110.1007/s10498-011-9149-9
- **Tremblay, J. É., Bélanger, S., Barber, D. G., Asplin, M., Martin, J., Darnis, G., Fortier, L., Gratton, Y., Link, H., Archambault, P., Sallon, A., Michel, C., Williams, W. J., Philippe, B. et Gosselin, M.** (2011). Climate forcing multiplies biological productivity in the coastal Arctic Ocean. *Geophysical Research Letters*, 38 (18) : L18604.  
DOI : 10.1029/2011GL048825

## Une variété de partenaires de recherche

- Consortium Ouranos sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques
- Gouvernement du Canada (Affaires autochtones et Développement du Nord; Environnement)
- Ministère de l'Environnement de l'Ontario
- Réseau ArcticNet
- Rio Tinto Alcan
- Vale Inco



## Géosciences 2011-2012

### Gaz de schiste, eau souterraine, exploitation minière, érosion des côtes : les géosciences sont très présentes dans l'actualité au Québec

La forte demande pour les ressources minérales, pétrolières et gazières, la gestion durable des eaux souterraines, les risques environnementaux liés aux processus géologiques et l'impact des changements climatiques sont autant de problématiques auxquelles les chercheurs tentent de répondre.

Le Centre géoscientifique de Québec (CGQ) résulte d'une entente de partenariat unique au Canada entre un établissement universitaire, le Centre Eau Terre Environnement de l'INRS, et un organisme du gouvernement fédéral, le bureau de Québec de la Commission géologique du Canada (une division de Ressources naturelles Canada). Cette collaboration a permis de constituer l'un des plus importants regroupements multidisciplinaires de recherche en géosciences au pays. La formation de professionnels qualifiés aux cycles supérieurs et le transfert de connaissances font partie de la mission du CGQ.

### Des exemples de recherche appliquée aux défis actuels

#### Un gaz à effet de serre injecté dans des aquifères

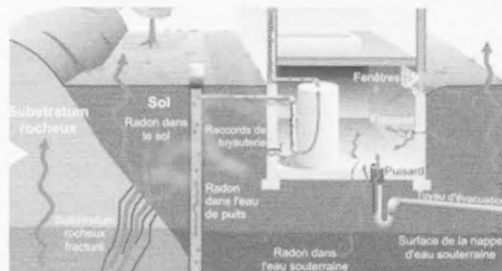
La séquestration géologique du  $\text{CO}_2$  est une des solutions envisagées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les aquifères salins profonds sont un type de réservoir qui pourrait être utilisé au Québec pour stocker le  $\text{CO}_2$ . La réponse de ces réservoirs potentiels à l'injection de  $\text{CO}_2$  doit pouvoir être suivie précisément afin de s'assurer que la technique est sécuritaire. Les aquifères salins étant très profonds, la roche-réservoir est difficile d'accès par forage, les méthodes géophysiques fournissent alors les meilleurs outils de caractérisation. Celles-ci sont utilisées pour mieux comprendre les effets du  $\text{CO}_2$  sur les réponses sismiques et électriques des aquifères.



Reproduit de Dennis Rizzuti / FreeDigitalPhotos.net

#### Du radon qui s'infiltre dans des maisons

Le radon est un gaz radioactif qui peut présenter des risques pour la santé. Le sol dégage naturellement du radon et celui-ci trouve parfois son chemin jusque dans les résidences où il peut s'accumuler. Une cartographie des zones à risque d'exposition au radon est en cours en collaboration avec le gouvernement du Québec. Un secteur habité pour lequel tous les types de données sont disponibles (mesures par radiométrie aéroportée et terrestre, relevés géochimiques et géologiques) est utilisé afin de valider les corrélations entre les paramètres géoscientifiques et la concentration en radon domiciliaire.



Reproduit de Ressources naturelles Canada, 2000

#### Des volcans qui recèlent des diamants

Les maars sont le deuxième type de volcan le plus commun et leurs éruptions posent des risques pour les personnes et les infrastructures. Sous les maars, on trouve des diatèmes qui sont des pipes volcaniques remplies de débris. Les diatèmes kimberlitiques peuvent contenir des diamants; c'est le cas au Canada qui est maintenant un joueur important dans l'industrie diamantifère mondiale. Les processus éruptifs des volcans de type maar-diatème sont mal connus, car ils se produisent en bonne partie sous terre. Il est important de mieux les comprendre autant du point de vue des aléas volcaniques que de l'économie. Dans ce but, une équipe de chercheurs combine des expériences volcanologiques à grande échelle avec des études de diatèmes.



## Grands thèmes abordés et chercheurs impliqués



### GÉOPHYSIQUE ET GÉOLOGIE ENVIRONNEMENTALE

Modélisation et imagerie en géophysique appliquée. | Intégration des méthodes géophysiques et hydrogéologiques pour des applications environnementales et géotechniques. | Érosion des littoraux.

**Bernard Giroux** | Géophysique appliquée | [bernard.giroux@ete.inrs.ca](mailto:bernard.giroux@ete.inrs.ca)

**Erwan Gloaguen** | Géophysique et géostatistiques

[erwan.gloaguen@ete.inrs.ca](mailto:erwan.gloaguen@ete.inrs.ca)

**Bernard Long** | Sédimentologie marine | [bernard.long@ete.inrs.ca](mailto:bernard.long@ete.inrs.ca)



### HYDROGÉOLOGIE

Caractérisation, modélisation et gestion des ressources en eaux souterraines. | Comportement des contaminants dans le sol et les aquifères et réhabilitation *in situ* de sites contaminés. | Interactions eaux souterraines et de surface.

**René Lefebvre** | Eaux souterraines | [rene.lefebvre@ete.inrs.ca](mailto:rene.lefebvre@ete.inrs.ca)

**Richard Martel** | Eaux souterraines | [richard.martel@ete.inrs.ca](mailto:richard.martel@ete.inrs.ca)

**Claudio Paniconi** | Modélisation hydrogéologique

[claudio.paniconi@ete.inrs.ca](mailto:claudio.paniconi@ete.inrs.ca)



### ENVIRONNEMENTS GÉOLOGIQUES ET RESSOURCES NATURELLES

Analyse de bassins sédimentaires, des relations structure-minéralisation et géologie régionale. | Environnements géologiques associés à l'activité volcanique et magmatique. | Développement de modèles de l'origine et de la présence des ressources minérales et pétrolières et d'outils pour aider l'industrie à cibler les zones à potentiel élevé.

**Lyal Harris** | Géologie structurale et géophysique

[lyal.harris@ete.inrs.ca](mailto:lyal.harris@ete.inrs.ca)

**Michel Malo** | Géologie structurale | [michel.malo@ete.inrs.ca](mailto:michel.malo@ete.inrs.ca)

**Marc Richer-Lafleche** | Géosciences appliquées

[marc.richer-lafleche@ete.inrs.ca](mailto:marc.richer-lafleche@ete.inrs.ca)

**Pierre-Simon Ross** | Volcanologie et géologie économique

[pierre-simon.ross@ete.inrs.ca](mailto:pierre-simon.ross@ete.inrs.ca)



### PALÉOENVIRONNEMENTS

Dynamique naturelle des cycles climatiques et hydrologiques et effets des changements climatiques. | Reconstruction des environnements du passé à l'aide d'indicateurs biologiques et sédimentologiques.

**Yves Bégin** | Dendroécologie | [yves.begin@ete.inrs.ca](mailto:yves.begin@ete.inrs.ca)

**Pierre Francus** | Limnogéologie | [pierre.francus@ete.inrs.ca](mailto:pierre.francus@ete.inrs.ca)

## Quelques publications récentes

(Les auteurs du Centre ETE sont en gras)

- **Boucher, É., Ouarda, T. B. M. J., Bégin, Y. et Nicault, A.** (2011). Spring flood reconstruction from continuous and discrete tree ring series. *Water Resources Research*, 47 (7): W07516  
DOI: 10.1029/2010WR010131
- **Broda, S., Paniconi, C. et Larocque, M.** (2011). Numerical investigation of leakage in sloping aquifers. *Journal of Hydrology*, 409 (1-2): 49-61.  
DOI: 10.1016/j.jhydrol.2011.07.035
- **Cuven, S., Francus, P. et Lamoureux, S.** (2011). Mid to late holocene hydroclimatic and geochemical records from the sediments of East Lake, Cape Bounty, Canadian high Arctic. *Quaternary Science Reviews*, 30 (19-20): 2651-2665.  
DOI: 10.1016/j.quascirev.2011.05.019
- **Dubreuil-Boisclair, C., Gloaguen, E., Marcotte, D. et Giroux, B.** (2011). Heterogeneous aquifer characterization from ground-penetrating radar tomography and borehole hydrogeophysical data using nonlinear Bayesian simulations. *Geophysics*, 76 (4): J13-J25.  
DOI: 10.1190/1.3571273
- **Dufréchu, G., Harris, L. B., Corriveau, L. et Antonov, V.** (2011). Gravity evidence for a mafic intrusion beneath a mineralized zone in the Bondy gneiss complex, Grenville Province, Quebec: — Exploration implications. *Journal of Applied Geophysics*, 75: 62-76.  
DOI: 10.1016/j.jappgeo.2011.06.029
- **Laporte-Saumure, M., Martel, R. et Mercier, G.** (2011). Characterization and metal availability of copper, lead, antimony and zinc contamination at four Canadian small arms firing ranges. *Environmental Technology*, 32 (7): 767-781.  
DOI: 10.1080/09593330.2010.512298
- **Malo, M. et Bédard, K.** (2012). Basin-scale assessment for CO<sub>2</sub> storage prospectivity in the Province of Québec, Canada. *Energy Procedia*, 23: 487-494.  
DOI: 10.1016/j.egypro.2012.06.031
- **Paradis, D., Lefebvre, R., Morin, R. H. et Gloaguen, E.** (2011). Permeability profiles in granular aquifers using flowmeters in direct-push wells. *Ground Water*, 49 (4): 534-547.  
DOI: 10.1111/j.1745-6584.2010.00761.x
- **Pe'eri, S. et Long, B.** (2011). LIDAR technology applied in coastal studies and management. *Journal of Coastal Research*, Special Issue (62): 1-5.  
DOI: 10.2112/SI\_62\_1
- **White, J. et Ross, P.-S.** (2011). Maar-diatreme volcanoes: A review. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 201: 1-29.  
DOI: 10.1016/j.jvolgeores.2011.01.010

## Une variété de partenaires de recherche

- Conférence régionale des élus de la Montérégie Est
- Consortium de recherche en exploration minérale (CONSOREM)
- Gouvernement du Canada (Défense; Ressources naturelles)
- Gouvernement du Québec (Affaires municipales, Régions et Occupation du territoire; Développement durable, Environnement, Faune et Parcs; Relations internationales; Ressources naturelles; Santé et Services sociaux)
- IAMGOLD
- Les Mines J.A.G.
- Ressources Cogitore
- Ville de Québec

## Projets de recherche des professeurs-chercheurs, leurs équipes et collaborateurs

### HYDROLOGIE

#### Hydrologie des bassins versants et télédétection

##### Monique Bernier

- *Avantur : la science au Nunavik* – Un apprentissage des élèves du secondaire en lien avec leur territoire – volet télédétection.
- Achat, installation et monitoring de stations météorologiques au Nunavik : cartographie à haute résolution de la vitesse des vents dans les régions côtières à partir d'images RSO (*Reseau spatial glacie sur l'énergie solaire WESNE*).
- Développement d'outils pour l'utilisation de la polarimétrie radar comme source d'informations en hydrologie/glaciologie.
- Développement d'outils pour optimiser l'utilisation des images satellitaires de RADARSAT-2 pour une meilleure gestion des inondations en eau libre et par embâcle.
- Développement d'un algorithme SMAP de suivi du gel /dégel du sol adapté à la toundra canadienne.
- Étude du comportement des glaces de mer et d'eau douce du Nunavik au voisinage des infrastructures maritimes – Apport des connaissances locales et de la télédétection.
- Localisation planimétrique de forages situés en Montérégie et détermination de leur élévation.
- *Northern Hydrology* (Support to Science Element Programme de l'Agence spatiale européenne).
- Permafrost and climate change in Northern Coastal Canada : Impacts and adaptations for communities (*ArcticNet*).
- Prolongation du suivi de la glace autour des infrastructures maritimes de Quaqtaq, Umiujaq et Kuujuaq.

##### Karem Chokmani

- Caractérisation de la salinité des sols à l'aide de l'imagerie radar satellitaire et les approches de classification orientée-objet : cas de la Tunisie et du Maroc.
- Caractérisation des bandes riveraines par télédétection satellitaire à très haute résolution spatiale.
- Cartographie d'érosion hydrique du sol par télédétection satellitaire à très haute résolution spatiale – Application aux terres agricoles à proximité des bandes riveraines.
- Développement d'approches stochastiques de suivi spatio-temporel du couvert nival à l'aide des données de télédétection.
- Développement d'une méthodologie opérationnelle pour la cartographie dynamique des risques d'inondation en zones urbaines.
- Développement d'une stratégie de cartographie de la neige à partir des données de télédétection à l'aide de l'estimation d'ensemble.
- Utilisation de l'intensité du signal LIDAR aéroporté pour la cartographie des essences forestières.

##### Alain Rousseau

- Adaptation des outils PHYSITEL/HYDROTEL au milieu boréal québécois : modélisation des processus hydrologiques et analyses de sensibilité, d'identifiabilité et d'incertitudes (autres équipes INRS impliquées : Alain Mailhot et André St-Hilaire).

- Application et amélioration de la modélisation hydrologique distribuée dans un contexte de gestion par bassin.
- Contribution de systèmes agroforestiers multifonctionnels à la capacité d'adaptation aux changements climatiques des agroécosystèmes.
- Intégration de l'impact des changements climatiques dans la détermination des crues maximales probables afin d'appuyer les usagers dans l'évaluation de la sécurité des barrages (autre équipe INRS impliquée : Alain Mailhot).
- Modélisation hydrologique dans le bassin hydrographique du Bras d'Henri et élaboration d'un système de modélisation économique et hydrologique intégrée (GIBSI).
- Outils d'analyses hydrologique, économique et spatiale des services écologiques procurés par les milieux humides des basses terres du Saint-Laurent.

##### Jean-Pierre Villeneuve

- Gestion intégrée du bassin de la rivière Cau (Vietnam)
- Modèles mathématiques appliqués gestion optimale de la ressource.

#### Hydrologie urbaine et changements climatiques

##### Sophie Duchesne

- Estimation par simulation hydrologique des charges en coliformes fécaux apportées à la rivière Beauport.
- Modélisation mathématique appliquée à la gestion des ressources en eau et des infrastructures d'eau.

##### Alain Mailhot

- Développement d'indices caractérisant l'influence de l'opération des barrages sur les observations faites aux stations hydrométriques.
- Analyse des extrêmes de précipitation simulés par le Modèle régional canadien du climat.
- Gestion des eaux pluviales et changements climatiques.
- Hydrologie urbaine, infrastructures urbaines et changements climatiques.
- Impacts et adaptations aux changements climatiques des infrastructures municipales en eau de la rivière des Prairies.
- Mise à jour des normes et procédures de conception des ouvrages hydro-agricoles dans un contexte de changements climatiques.

##### Jean-Pierre Villeneuve

- Aquareponsabilité municipale.

#### Hydraulique environnementale

##### Normand Bergeron

- Évaluation de l'effet des ponceaux forestiers sur la fragmentation de l'habitat de l'omble de fontaine (autres équipes INRS impliquées : Patrice Couture et Taha B.M.J. Ouarda).



- Évaluation de l'impact de la présence de l'algue *Didymosphenia geminata* sur le saumon atlantique juvénile dans le bassin versant de la rivière Restigouche (autre équipe INRS impliquée : Patrice Couture).
- Géomorphologie fluviale et habitat hivernal des saumons en rivière.
- Imagerie aérienne de la rivière Restigouche.
- Modélisation de la capacité de l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) à franchir des ponceaux.
- Preuve de concept d'un système multi-antennes de détection de transpondeurs passifs pour le suivi des saumons.

#### Normand Bergeron et André St-Hilaire

- **Hydronet** : un réseau canadien de recherche pour la promotion du développement durable de l'hydroélectricité et de la santé des écosystèmes aquatiques.
- Importance des refuges thermiques en rivière pour les salmonidés dans l'est du Canada.

#### Yves Secretan

- Advection-diffusion 2D dans l'estuaire fluvial du Saint-Laurent de la région de Québec.
- Développement et amélioration du système de modélisation hydrodynamique du Saint-Laurent.
- Intégration des ponceaux routiers au logiciel H2D2.
- Relevé LIDAR des berges du fleuve de Montmagny à Trois-Rivières.

#### André St-Hilaire

- Aménagement durable de milieux forestiers paludifiés.
- Meilleure compréhension de la sédimentation, des courants et de l'écologie aquatique dans le port de Saint-John au Nouveau-Brunswick.
- Suivi de la turbidité de l'eau en amont et en aval de deux bassins de sédimentation recevant les eaux de drainage d'une partie de la tourbière 324 Nord.

## Hydrologie statistique et climatologie

#### Fateh Chebana

- Études appliquées à la relation maladies cardiovasculaires-météorologie/climat au Québec.
- Étude des variables hydrologiques dans la région sud-est de l'Algérie.
- Étude des variables hydrologiques dans le cadre de l'analyse de données fonctionnelles.
- Méthodes statistiques flexibles et optimales pour l'analyse fréquentielle régionale des variables physiques.

#### Taha B. M. J. Ouarda

- Chaire de recherche du Canada en estimation des variables hydrométéorologiques.
- Conception et opération de structures hydrauliques dans un cadre de variabilité et de changement.
- Faire face aux changements ensemble (FACE) : mieux s'adapter aux changements climatiques au Canada et en Afrique de l'Ouest dans le domaine des ressources en eau.

#### André St-Hilaire

- Intégration des données spatiales et temporelles pour une gestion optimale des berges dans un contexte de changements environnementaux.
- Modélisation et analyse statistique des variables de quantité et de qualité de l'eau pour l'estimation de débits réservés.
- Analyse statistique des réseaux de mesure de la qualité des eaux de surface avec emphase sur l'emplacement des stations et les variables échantillonnées.
- Vers un cadre de suivi régional pour l'évaluation des impacts cumulatifs dans le détroit de Northumberland : relations entre l'utilisation du sol, les charges d'éléments nutritifs et sédimentaires et l'intégrité biologique près des côtes (**Réseau canadien de l'eau**).

## ASSAINISSEMENT ET VALORISATION

### Assainissement environnemental

#### Jean-François Blais

- Couplage de la dénitrification autotrophe sur soufre aux systèmes de traitement biologique des eaux usées domestiques applicables au secteur de l'assainissement décentralisé (autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier).
- Décontamination de sols pollués par le pentachlorophénol, les dioxines et furanes et les métaux (autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier).
- Immobilisation et récupération des métaux dans les mélanges réactifs ayant servi dans des biofiltres servant à traiter le drainage minier contaminé (autre équipe INRS impliquée : Guy Mercier).
- Traitement de matrices polluées par les métaux toxiques.

#### Patrick Drogué

- Développement de procédés électro-membranaires innovants pour le traitement des eaux et des effluents résiduels contaminés par des micropolluants émergents (Programme maillage MRI Québec-Mexique).
- Développement de procédés électro-photo-catalytiques innovants utilisant des électrodes nanostructurées pour l'élimination des polluants émergents des eaux.
- Développement de technologies électrolytiques et membranaires pour le traitement des effluents résiduels contaminés par des perturbateurs endocriniens et autres polluants.
- Développement de technologies électrolytiques innovantes adaptées au traitement et à la gestion décentralisée des eaux usées résiduelles en zones rurales, urbaines et périurbaines (autres équipes INRS impliquées : Jean-François Blais et Guy Mercier).
- Développement de technologies innovantes adaptées aux bioprocédés de traitement utilisés en assainissement décentralisé des eaux usées résiduelles en zones rurales, urbaines et périurbaines.
- Développement des électrotechnologies pour le traitement d'effluents résiduels contaminés par des perturbateurs endocriniens et autres polluants inorganiques et microbiens.
- Mise au point d'une filière de traitement électrolytique des eaux résiduelles industrielles contaminées par des composés phénoliques de type pentachlorophénol.
- Traitement électrolytique et d'oxydation avancée des eaux et des effluents contaminés par des micropolluants émergents réfractaires (Programme maillage MRI Québec-Shandong).



#### Guy Mercier

(autre équipe INRS impliquée : Jean-François Blais)

- Développement technologique d'un traitement de sol contaminé par extraction simultanée des HAP et des métaux (Programme de démonstration de technologie verte).
- Enlèvement simultané par lixiviation en milieu salin et utilisation de surfactants zwitterioniques non toxiques de contaminants organiques et métalliques de sols pollués.
- Production de carbonates par piégeage du CO<sub>2</sub> industriel : revalorisation des résidus d'amiante et d'autres matériaux ultrabasiques québécois.
- Traitement des eaux usées industrielles.
- Traitement et valorisation de sols et résidus contenant des métaux et/ou des hydrocarbures aromatiques polycycliques.
- Valorisation des résidus de sidérurgie pour leur valeur en métaux primaires et secondaires.

#### Valorisation des résidus et de biomasses

##### Jean-François Blais

- Recyclage du bois traité avec des produits de préservation contenant des métaux (autres équipes INRS impliquées : Patrick Drogui et Guy Mercier).

##### Satinder Kaur Brar

- Approche intégrée de fermentation en milieu solide en vue de produire des enzymes et d'autres produits à valeur ajoutée à partir de résidus de la transformation de fruits en jus (autre équipe INRS impliquée : Rajeshwar Dayal Tyagi).
- Comparaison de différents extraits de levure comme ingrédients de fermentation pour améliorer le rendement de la production de biopesticides.
- Devenir des composés organiques toxiques à partir des stations d'épuration des eaux usées jusqu'aux procédés de valorisation et de détoxification enzymatique.
- Production de biohydrogène et valorisation des résidus agro-industriels (autre équipe INRS impliquée : Rajeshwar Dayal Tyagi).
- Utilisation de biofloculants efficaces et économiques pour l'étape de sédimentation de la bière (autre équipe INRS impliquée : Rajeshwar Dayal Tyagi).

##### Rajeshwar Dayal Tyagi

- Chaire de recherche du Canada en bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à haute valeur ajoutée.
- Formulations efficaces et économiques de biopesticides à base de *Bacillus thuringiensis* (autre équipe INRS impliquée : Satinder Kaur Brar).
- Production de lipides pour la conversion en biodiesel grâce à de nouveaux microorganismes isolés dans les eaux usées en utilisant les boues d'épuration comme matière première.
- Production de nourriture pour animaux (base L) à partir de lactosérum (autre équipe INRS impliquée : Satinder Kaur Brar).
- Transfert technologique d'une nouvelle formulation performante d'un biopesticide à base de Btk (autre équipe INRS impliquée : Satinder Kaur Brar).

## BIOGÉOCHIMIE

### Géochimie environnementale

#### Charles Gobeil

- Géochimie des éléments traces en milieu aquatique (chercheur honoraire INRS impliqué : André Tessier).
- Retombée atmosphérique et transport réactif de contaminants en milieu aquatique.

#### Pierre Lafrance

- Transport de pesticides vers les hydrosystèmes et prévention des impacts environnementaux.
- Utilisation de dispositifs végétalisés atténuateurs comme pratiques de gestion bénéfique pour la réduction de la contamination de l'eau de surface par les herbicides.

### Écotoxicologie aquatique

#### Peter G. C. Campbell

- Chaire de recherche du Canada en écotoxicologie des métaux.
- Spéciation, géochimie et écotoxicologie des éléments traces métalliques dans le milieu aquatique (autres équipes INRS impliquées : Patrice Couture, Claude Fortin et Landis Hare).

#### Patrice Couture

- Accumulation et effets chez les poissons de mélanges complexes de métaux.
- Développement d'une puce permettant de détecter le stress lié à la contamination métallique chez la perchaude.
- Effets combinés d'agents stressants naturels et anthropiques sur la physiologie des poissons.
- Impacts de la contamination de l'habitat sur la santé de populations d'anguilles américaines et européennes en déclin (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell).

#### Paul Drevnick

- Étude de la toxicité du mercure chez l'omble chevalier dans des lacs du Haut-Arctique canadien (autres équipes INRS impliquées : Peter G. C. Campbell et Claude Fortin).
- La santé des poissons dans une région cible de contamination au mercure, Parc national de la Mauricie, Québec.
- Le méthylmercure chez les poissons : comprendre ses effets et cibler des approches afin de réduire l'exposition des poissons à ce contaminant.

#### Claude Fortin

- Alumineries vertes – Biodisponibilité et rétention des émissions (Revégétalisation des alumineries).
- Biosuivi de l'intégrité écologique des ruisseaux et des lacs du Parc de la Gatineau à l'aide des diatomées et des autres groupes d'algues.
- Chaire de recherche du Canada en biogéochimie des éléments traces.
- Détection et quantification des nanomatériaux dans l'environnement (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell).

- Développement de modèles de prédiction de la biodisponibilité des éléments traces en milieu aquatique.
- Identifier des indicateurs de qualité de l'eau pour les ruisseaux de tête du Parc, de même que pour la rivière La Pêche : application de l'indice diatomées de l'est du Canada (IDEC).
- Métaux dans l'environnement : atténuer le risque pour l'environnement et favoriser le développement durable (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell).
- Optimisation de l'indice diatomées de l'est du Canada par l'ajout d'échantillons supplémentaires prélevés dans les rivières de l'Ontario.
- Suivi des nanomatériaux à base d'argent dans les écosystèmes aquatiques (autre équipe INRS impliquée : Peter G. C. Campbell).

#### Landis Hare

- Évaluer l'exposition aux métaux traces dans l'environnement à l'aide d'organismes aquatiques.

### Limnologie

#### Yves Gratton

- Impacts des changements climatiques sur l'habitat des salmonidés dans les lacs nordiques du Québec (autres équipes INRS impliquées : Isabelle Laurion et André St-Hilaire).

#### Isabelle Laurion

- Dynamique microbienne en milieu aquatique: influence du régime thermique et lumineux.
- Freshwater resources of the Eastern Canadian Arctic ([Réseau ArcticNet](#)).

### Océanographie

#### Yves Gratton

- Long-term observatories in Canadian Arctic waters ([Réseau ArcticNet](#)).
- Marine biological hotspots: Ecosystem services and susceptibility to climate change ([Réseau ArcticNet](#)).
- Étude des processus physiques de la mésoéchelle et de leurs impacts sur la biogéochimie des océans.
- Modélisation de la réponse des écosystèmes du sud de la mer de Beaufort aux variations climatiques.

## GÉOSCIENCES

### Géophysique

#### Bernard Giroux

- Étude de la détection sismique pour la discrimination des réactions de détonation en entraînement (autres équipes INRS impliquées : Erwan Gloaguen et Richard Martel).
- Étude géophysique des aquifères profonds dans une perspective de gestion des ressources énergétiques.

#### Erwan Gloaguen

- Modélisation géostatistique du champ de vitesses sismiques du sous-sol de la péninsule Sabine, Nunavut.
- Intégration géostatistique de mesures géophysiques et hydrogéologiques en forages pour la caractérisation des aquifères à l'échelle locale et régionale.

### Hydrogéologie

#### René Lefebvre

- Analyse des réservoirs aquifères en socle rocheux fracturé (chercheur CGC-Qc impliquée : Christine Rivard)
- Caractérisation et modélisation de l'hétérogénéité dans les systèmes aquifères locaux et régionaux.
- Installation de puits d'observation en Montérégie-Est (Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec).
- La caractérisation hydrogéochimique régionale appliquée à la compréhension intégrée de systèmes aquifères (chercheur CGC-Qc impliquée : Christine Rivard).
- Projet de connaissances sur les eaux souterraines en Chaudière-Appalaches (autre équipe INRS impliquée : Erwan Gloaguen; chercheur CGC-Qc impliqué : Michel Parent).
- Projet de connaissances sur les eaux souterraines en Montérégie-Est (autres équipes INRS impliquées : Erwan Gloaguen, Richard Martel et Claudio Paniconi; chercheurs CGC-Qc impliqués : Michel Parent et Christine Rivard).
- Soutien scientifique à la préparation du modèle conceptuel de l'aquifère Milk River (chercheur CGC-Qc impliqué : Alfonso Rivera).
- Synthèse hydrogéologique en relation avec les gaz de shale.

#### Richard Martel

- Cartographie des zones à risque d'exposition au radon au Québec.
- Devenir environnemental des matériaux énergétiques.
- Exploitation durable et vulnérabilité de l'eau souterraine dans l'aquifère de la vallée de Toluca au Mexique (chercheur CGC-Qc impliqué : Alfonso Rivera).
- Optimisation du balayage par des solutions tensioactives lors de l'application d'un train de technologies pour la réhabilitation de contaminations organiques en sols hétérogènes (autre équipe INRS impliquée : René Lefebvre).
- Réhabilitation/gestion des sols contaminés par des résidus de munitions dans les secteurs d'entraînement des bases militaires canadiennes.
- Travaux de recherche en soutien à l'aménagement d'une nouvelle prise d'eau de surface et d'une prise d'eau sous-fluviale dans la rivière Montmorency (autres équipes INRS impliquées : René Lefebvre et Claudio Paniconi).

#### Claudio Paniconi

- CLIMB : approches intégrées pour la réduction des incertitudes dans les analyses des impacts du changement climatique sur la ressource en eau (autres équipes INRS impliquées : Monique Bernier, Karem Chokmani et Taha B. M. J. Ouarda).
- Guide d'implantation des prises d'eau horizontales sous-fluviales et en berges au Québec (autres équipes INRS impliquées : René Lefebvre et Richard Martel).

- Modélisation hydrologique intégrée pour l'amélioration de la gestion des ressources en eau et l'analyse des impacts du changement climatique.
- Modélisation physique intégrée des processus hydrologiques se produisant à l'échelle de la pente et du bassin versant.

## Environnements géologiques et ressources naturelles

### Lyal Harris

- Dynamique transpressive et rôle des hétérogénéités crustales dans la localisation du bassin de Desmaraisville (Abitibi) : étude géophysique et modélisation analogique.
- Nouveaux modèles de la tectonique archéenne – Analyse conceptuelle et modélisation analogique (chercheur CGC-Qc impliqué : Jean Bédard).
- Rôle des structures dans la croûte profonde et le manteau supérieur sur l'évolution tectonique, la localisation de la minéralisation, la mise en place des kimberlites et les séismes.
- Étude de la structure, de la géochimie et de la géophysique appliquée à l'exploration minière dans la province de Grenville au sud-ouest du Québec (autre équipe INRS impliquée : Marc Richer-Lafèche; chercheure CGC-Qc impliquée : Louise Corriveau).

### Michel Malo

- Chaîne de recherche sur la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> (autres équipes INRS impliquées : Bernard Giroux, Erwan Gloaguen, René Lefebvre et Normand Tassé; chercheur CGC-Qc impliqué : Mathieu J. Duchesne).
- Étude du gisement Westwood, Abitibi (chercheurs CGC-Qc impliqués : Benoît Dubé et Patrick Mercier-Langevin).
- Gisements d'or dans les formations de fer – Musselwhite et Meadowbank (chercheurs CGC-Qc impliqués : Benoît Dubé et Patrick Mercier-Langevin).
- Synthèse de la maturation thermique dans le Bassin de Foxe, Baie d'Hudson (chercheur CGC-Qc impliqué : Denis Lavoie).

### Marc Richer-Lafèche

- Étude des propriétés géoélectriques des formations géologiques associées au graben de la rivière du Gouffre, Baie-St-Paul, Québec.
- Étude du potentiel minéral du projet Belleterre (Abitibi) – Phase I : potentiel en minéralisations volcanogènes polymétalliques et aurifères.
- Étude gravimétrique dans la région de Pohénégamook, Bas-Saint-Laurent (Phase I).
- Études d'induction électromagnétique, gravimétrique, radiométrique, pédogéochimique et de résistivité électrique de la propriété Témiscouata.
- Levés audiomagnétotelluriques à source contrôlée (CSAMT) et de conductivité électrique en domaine fréquentiel sur la propriété Lac Saint-Jean.

### Pierre-Simon Ross

- Acquisition et mise en valeur d'une vaste banque de données pétrophysiques, géochimiques et minéralogiques grâce à un système robotisé pour l'analyse multiparamètres des carottes (autre équipe INRS impliquée : Erwan Gloaguen).
- Analyse multiparamètres à haute résolution de carottes de forage dans la région de Matagami.

- Architecture volcanique de la formation de Waconichi, région de Chibougamau, sous-province de l'Abitibi – Implications pour la compréhension et l'exploration des sulfures massifs volcanogènes (chercheur CGC-Qc impliqué : Patrick Mercier-Langevin).
- Fonctionnement des volcans de type maar-diatrème, incluant les kimberlites (autre équipe INRS impliquée : Lyal Harris).
- Géologie du gisement Lalor, Manitoba (chercheur CGC-Qc impliqué : Patrick Mercier-Langevin).
- Nouveaux concepts et outils pour l'exploration des sulfures massifs volcanogènes : le cas de Matagami (chercheur CGC-Qc impliqué : Patrick Mercier-Langevin).

## Paléoenvironnements

### Yves Bégin

- ARCHIVES : analyse rétrospective des conditions hydro-climatiques à l'aide des indicateurs de leur variabilité à l'échelle séculaire (autre équipe INRS impliquée : Pierre Francus).
- Freshwater resources of the Eastern Canadian Arctic (Research ArcticNet).
- Tendances séculaires des régimes hydrologiques saisonniers à l'interface boréal-subarctique de l'Est canadien.

### Pierre Francus

- Climat des hautes latitudes au cours des épisodes « chauds » du passé récent de la Terre : élément de validation des modèles de simulation numérique du climat futur.
- PASADU Canada : participation canadienne à Potrok Aike Maar Lake Sediment Archive Drilling Project.
- Participation canadienne au International Continental Scientific Drilling Program (ICDP).
- Reconstruction des variations climatiques passées dans des régions arctiques à partir de sédiments laminés.
- Reconstructions des variations climatiques passées dans des régions désertiques à partir de sédiments laminés.
- Participation au VARVES Working Group (PAGES).

## Les publications

### 30 ans de géosciences à l'INRS

Du Groupe Pétrole au Centre Géoressources  
1971-2001

[www.ete.inrs.ca/ete/publications/livres/Histoire\\_INRS](http://www.ete.inrs.ca/ete/publications/livres/Histoire_INRS)

La responsable de ce projet était la professeure honoraire Aïcha Achab, directrice du centre INRS-Géoressources de 1988 à 2001. Le livre a été publié par le Centre Eau Terre Environnement dans le cadre de son 10<sup>e</sup> anniversaire en novembre 2011.



### Revue des Sciences de l'eau

[www.rse.inrs.ca](http://www.rse.inrs.ca)

Revue électronique internationale éditée conjointement avec le Groupement d'intérêt scientifique des sciences de l'eau (France).

### Publications scientifiques

La liste annuelle des publications et communications scientifiques des chercheurs du Centre peut être consultée en ligne :

[www.ete.inrs.ca/ete/publications/rapports\\_annuels](http://www.ete.inrs.ca/ete/publications/rapports_annuels)

La majorité des rapports de recherche, des mémoires et des thèses du Centre sont disponibles sur le site Internet :

[www.ete.inrs.ca/ete/publications/rapports](http://www.ete.inrs.ca/ete/publications/rapports)

[www.ete.inrs.ca/ete/publications/theses-memoires](http://www.ete.inrs.ca/ete/publications/theses-memoires)

### Capsules INRSciences

[www.ete.inrs.ca/ete/publications/Capsules-INRSciences](http://www.ete.inrs.ca/ete/publications/Capsules-INRSciences)

Articles de vulgarisation visant à mettre en valeur et à rendre accessible la recherche menée par les étudiants du Centre.

## Les activités d'animation

### Dixième anniversaire du Centre Eau Terre Environnement

<http://10dans.ete.inrs.ca>

Le 30 novembre 2011, un événement a été organisé pour souligner le 10<sup>e</sup> anniversaire du Centre Eau Terre Environnement. Né de la volonté de l'INRS de regrouper ses centres de recherche en secteurs multidisciplinaires, le Centre Eau Terre Environnement a été officiellement créé le 27 novembre 2001 par la fusion des centres INRS-Eau et Géoressources.

### Midis-conférences

Le Centre présente tout au long de l'année des conférences en lien avec ses domaines de recherche.

## Congrès, colloques et ateliers

**28-31 août 2011** : Congrès Géochimie 2011 tenu à Québec et organisé par deux chercheurs du Centre géoscientifique de Québec, Richard Martel (INRS) et Yves Michaud (CGC-Québec). Les deux organisateurs ont par la suite été honorés pour la réalisation de ce congrès par le Cercle des ambassadeurs de Québec pour leur contribution au rayonnement international de la région.

**1<sup>er</sup> septembre** : Journée de présentations sur la nordicité tenue au Centre pour souligner le 50<sup>e</sup> anniversaire du CEN (Centre d'études nordiques), un regroupement stratégique dont l'INRS est membre. L'activité était organisée par la codirectrice du CEN, la professeure Monique Bernier.

**7 octobre** : 25<sup>e</sup> Congrès de l'Etat du Canada de l'Association canadienne sur la qualité de l'eau (Canadian Association on Water Quality) tenu au Centre et organisé par le professeur Rajeshwar Dayal Tyagi et son équipe.

**7 au 9 mars 2012** : Atelier sur l'utilisation de la tomodesitométrie pour des applications non médicales (CT Scan Workshop) tenu à Québec et co-organisé par le professeur Bernard Long.

**19-21 mars** : Pour souligner la Semaine canadienne de l'eau, des activités ont été organisées au Centre par la section « Étudiants et jeunes professionnels » de l'Association canadienne des ressources hydriques (ACRH) dont un atelier du projet WET (Water Education for Teachers), une conférence sur la gestion de l'eau et une table ronde sur le développement du Nord.

**30 mars** : 13<sup>e</sup> édition de la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement (JSTE), un colloque annuel permettant aux étudiants de maîtrise et de doctorat du programme conjoint en sciences de la terre INRS-Université Laval de présenter leur projet de recherche. Cette année le colloque a été organisé par les étudiants de l'INRS.

**19 avril** : Colloque annuel de la Chaire de recherche sur la séquestration géologique du CO<sub>2</sub> sous le thème « Les projets pilotes de captage, de transport et de stockage géologique du CO<sub>2</sub> » organisé au Centre par le professeur Michel Malo et son équipe.

## L'excellence de la recherche

Plusieurs membres du Centre ont reçu cette année des distinctions soulignant l'excellence de leurs travaux de recherche ou la qualité de leurs communications scientifiques.

Ainsi, de nombreux étudiants ont reçu des prix pour la meilleure présentation étudiante orale ou par affiche dans divers congrès tant au Québec qu'à l'international.



- Carole-Anne Gillis, à la maîtrise et Elsa Goerig, au doctorat, toutes deux de l'équipe de Normand Bergeron : deux des trois meilleures présentations orales lors de la 14<sup>e</sup> édition du Colloque annuel du CIRSA (Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon atlantique, 5-6 mai)
- Kristin Mueller, au doctorat dans l'équipe de Peter G.C. Campbell : meilleure présentation orale lors du 94<sup>e</sup> congrès annuel de la Société canadienne de chimie (5-9 juin)
- Yann Dribault, à la maîtrise dans l'équipe de Karem Chokmani et de Monique Bernier : deuxième meilleure présentation orale lors du colloque conjoint 32<sup>e</sup> Symposium canadien sur la télédétection/ 14<sup>e</sup> Congrès de l'Association québécoise de télédétection (13-16 juin)
- Valérie Ouellet, au doctorat et Sandra Proulx-McInnis, diplômée à la maîtrise, toutes deux de l'équipe d'André St-Hilaire : deuxième meilleure présentation orale et meilleure affiche, respectivement, lors du 64<sup>e</sup> congrès national de l'ACRH (Association canadienne des ressources hydriques, 27-30 juin)
- Charles Gignac, à la maîtrise dans l'équipe de Monique Bernier : Best Student Paper Award lors du 21<sup>e</sup> International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions (10-14 juillet)
- Geneviève Bordeleau, au doctorat dans l'équipe de Richard Martel : Faure Award du IAGC (International Association of Geochemistry) lors du 9<sup>th</sup> International Symposium on Applied Isotope Geochemistry (19-23 septembre)
- Frédéric Bouchard, au doctorat dans l'équipe de Pierre Francus : prix Louis-Edmond Hamelin lors de la 31<sup>e</sup> édition du Symposium annuel du CEN (Centre d'études nordiques, 9-11 février)

Trois étudiants du Centre ont obtenu des bourses d'études supérieures financées par le programme FONCER du CRSNG. Deux étudiants de l'équipe d'André St-Hilaire ont reçu une bourse du programme WATER (Watershed and Aquatics Training in Environmental Research) du Canadian Rivers Institute : Audrey Maheu (doctorat) et Sébastien Ouellet-Proulx (maîtrise). Karita Neghandi de l'équipe d'Isabelle Laurion a quant à elle reçu une bourse doctorale d'EnviroNord.

Carole-Anne Gillis, étudiante au doctorat dans l'équipe de Normand Bergeron et fière Gaspésienne, s'est vue remettre une bourse doctorale du Fonds Gérard D. Lévesque visant à encourager les étudiants à poursuivre leurs études dans un secteur susceptible d'avoir des retombées pour le développement de leur région d'origine.



Constantin de Magny décerné par l'Académie des sciences de France pour la qualité remarquable de ses travaux de recherche.

Le 15 juin 2011, lors du colloque conjoint 32<sup>e</sup> Symposium canadien sur la télédétection/14<sup>e</sup> Congrès de l'Association québécoise de télédétection (AQT), la professeure Monique Bernier a reçu le prix Ferdinand-Bonn soulignant sa contribution exceptionnelle au développement et au rayonnement de la télédétection au Québec.

Le 11 octobre, le professeur émérite Bernard Bobée a reçu le prix Adrien

Le 20 novembre, lors de la collation des grades de l'INRS, plusieurs diplômés du Centre se sont distingués : Hélène Higgins (maîtrise sous la direction d'André St-Hilaire) pour le leadership étudiant, Russel Rogers (maîtrise sous la direction de Pierre-Simon Ross) pour le rayonnement international, Vincent Taillard (maîtrise sous la direction de Guy Mercier) pour l'innovation, François Zaviska pour la meilleure thèse de doctorat (sous la direction de Patrick Drogui) et Lorenzo Perozzi pour le meilleur mémoire de maîtrise (sous la direction d'Erwan Gloaguen).

En décembre, le Laboratoire mobile d'analyses multiparamètres des carottes de forages (LAMROC) du professeur Pierre-Simon Ross figurait parmi les 100 innovations ayant marqué l'industrie minière au Québec dans les 10 dernières années recensées par le regroupement Minalliance.

Le 9 février 2012, l'Association québécoise de spécialistes en sciences du sol (AQSSS) attribuait une bourse à Tarek Rouissi, étudiant au doctorat dans l'équipe de Rajeshwar Dayal Tyagi et de Satinder Kaur Brar, pour lui permettre de participer aux 11<sup>es</sup> Journées d'étude des sols du 19 au 23 mars en France.

Le 30 mars, lors de la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement (JSTE), les étudiants suivants ont été honorés pour la qualité de leur présentation : Jean-François Montreuil (Géodynamique et ressources) au doctorat dans l'équipe de Louise Corriveau (CGC) et de Pierre-Simon Ross (INRS), Maud Naulier (Géochimie environnementale et isotopique) au doctorat dans l'équipe de Martine M. Savard (CGC), Bastien Fresia (Géophysique et géostatistique) à la maîtrise dans l'équipe de Pierre-Simon Ross et Geneviève Bordeleau (Hydrogéologie et géo-ingénierie) au doctorat dans l'équipe de Richard Martel.

Du 26 au 28 avril, lors de la conférence annuelle de la SWAAC (Senior Women Academic Administrators of Canada), Valérie Ouellet a reçu un des Prix du leadership pour étudiantes, prix décernés au Québec tous les quatre ans. Valérie est étudiante au doctorat dans l'équipe d'André St-Hilaire.

## L'effort de vulgarisation

De façon régulière, les membres du Centre donnent des entrevues et contribuent à des articles dans les médias (presse écrite, radio, télévision, Internet) dans leur domaine de spécialité.

En 2011-2012, les professeurs suivants ont collaboré à la vulgarisation de leurs travaux de recherche dans le magazine *Planète INRS* : Alain Rousseau, Isabelle Laurion, Sophie Duchesne, Satinder Kaur Brar, Alain Mailhot, Patrice Couture, Pierre Francus, Pierre-Simon Ross et Patrick Drogui.

Tout au long de l'année, Adéline Parent (étudiante au doctorat dans l'équipe de Michel Malo) a animé plusieurs chroniques radio de vulgarisation scientifique à l'émission *Futur simple* de CKRL. D'autres membres du Centre ont aussi participé de façon ponctuelle : Karine Bédard et Jean-Philippe Moutonnet (également de l'équipe de Michel Malo) et Samuel Bolduc de l'équipe d'Alain Mailhot.

Au printemps 2011, la Montérégie a subi des inondations d'une ampleur historique. Les spécialistes en hydrologie du Centre ont été sollicités par Radio-Canada à de nombreuses reprises pour des avis d'expert sur le sujet, dont Alain Mailhot, Alain Rousseau et le professeur honoraire Michel Leclerc.



En juillet, un collectif de scientifiques a désapprouvé publiquement la décision du gouvernement de permettre la reconstruction en zones inondables, les professeurs Normand Bergeron et André St-Hilaire en faisaient partie.

Le 10 mai, lors de la 79<sup>e</sup> édition du Congrès de l'ACFAS (Association francophone pour le savoir), le professeur Alain Rousseau a participé à une table ronde intitulée « L'eau au Québec : vers une gouvernance efficace ». Cette table ronde a été télédiffusée sur le Canal Savoir en novembre.

En août, dix étudiants du Centre se sont rendus au Nicaragua dans le cadre du projet de coopération Eau Nicaragua. L'objectif était d'analyser l'eau potable de deux petites communautés afin de déceler de possibles contaminations et, s'il y a lieu, d'aider à les résoudre. Le projet était intégré au cursus des étudiants participants. Les résultats ont été diffusés sur le site Internet du projet et dans un article du magazine *Planète INRS*.

Également en août, Paul Drevnick a participé aux Portes ouvertes organisées par le Programme du plateau continental polaire (Ressources naturelles Canada) à ses installations de Resolute au Nunavut en effectuant des dissections de poissons pour les visiteurs.

Le 16 août, l'INRS et l'Université Laval ont publié un communiqué de presse conjoint annonçant la découverte du lac le plus profond du Québec, le lac Walker sur la Côte-Nord, par des chercheurs du Centre d'études nordiques, dont le professeur Pierre Francus. La nouvelle a été reprise plus d'une quinzaine de fois dans des journaux et à la radio. Le professeur Francus a accordé plusieurs entrevues sur le sujet.

Le 16 septembre se tenait le PARK(ing) Day sous le thème « Mais où va l'eau en ville? » visant à sensibiliser les urbains à l'espace occupé



par la voiture. Un stationnement devant le 490 a été converti pour quelques heures en café scientifique sur l'hydrologie urbaine avec l'appui de l'équipe du professeur Alain Mailhot pour l'aspect vulgarisation.

En octobre, un article de Claude Fortin sur les impacts de la coupe forestière sur les lacs des Chic-Chocs est paru dans le bulletin *Forêt Savoir* du Consortium en foresterie Gaspésie-Les-Îles. Le 19 novembre, ce chercheur a aussi présenté une conférence sur l'intégrité écologique des lacs du parc de la Gatineau au Forum annuel de recherche de ce parc.

Du 6 au 16 novembre, Charles Gobeil a effectué une tournée de conférences dans des universités de l'Ouest du pays à l'invitation de la section canadienne du Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR) afin de faire connaître les travaux qu'il réalise sur le cycle des éléments dans l'océan Arctique.

Le 29 novembre à Télé-Québec, le professeur Alain Rousseau participait à l'émission de vulgarisation scientifique *Le Code Chastenay* dans laquelle on lui demandait de répondre à la question suivante : « Les barrages hydroélectriques résisteront-ils aux changements climatiques? »

Le 21 décembre, l'émission de vulgarisation scientifique *Découverte* de Radio-Canada présentait un reportage sur l'archéométallurgie dans lequel le tomodynamomètre du laboratoire du professeur Bernard Long était mis à profit pour analyser des artefacts du passé.

Le 31 décembre, dans son dossier sur les percées scientifiques de l'année, le journal *Le Soleil* publiait un article sur les travaux auxquels collabore Pierre Francus sur la disparition graduelle de la plateforme de glace de Ward Hunt dans le Haut-Arctique canadien.

En février 2012, à la suite de la publication du *Portrait de la qualité des eaux de surface au Québec 1999-2008* par le ministère de l'Environnement, le professeur Patrice Couture a accordé une entrevue à la radio et pour le journal *Le Soleil* au sujet de la contamination des lacs de l'Abitibi.

Le 12 mars, le professeur Alain Rousseau a accordé plusieurs entrevues radio (Québec, Ontario, Maritimes) sur la gestion de l'eau à l'occasion de l'ouverture du 6<sup>e</sup> Forum mondial de l'eau.

En mars, un article intitulé « L'algue dydimio au Québec » rédigé par la candidate au doctorat Carole-Anne Gillis de l'équipe de Normand Bergeron est paru dans la revue *Faune gaspésienne*. Cette étudiante avait également collaboré à un article sur le même sujet paru dans le journal *Le Soleil* en octobre 2011.

En avril, la question de l'exploitation des hydrocarbures au Québec a retenu l'attention des médias. Le professeur Michel Malo a été sollicité à plusieurs reprises sur le sujet. Des articles sont parus dans les trois grands journaux québécois et un dossier intitulé « Le noir désir du Québec » est paru dans le numéro d'avril-mai du magazine *Québec Science*.

Le 21 avril, dans le cadre de la Semaine canadienne de l'eau, cinq professeurs du Centre (Monique Bernier, Normand Bergeron, Erwan Gloaguen, Alain Rousseau et Normand Tassé) ont participé à une table ronde sur le thème « Quels impacts le développement du Nord québécois aura-t-il sur les ressources hydriques? Comment les gérer? ». Normand Bergeron a accordé une entrevue au journal *Le Devoir* sur les conclusions de cette table ronde pour un article paru la même journée.

Les 23 et 24 avril, des vidéos mettant en valeur trois laboratoires du Centre financés par la Fondation canadienne pour l'innovation ont été mis en ligne sur YouTube : le Laboratoire pilote de technologies environnementales du professeur Guy Mercier, le Laboratoire multidisciplinaire de scanographie du professeur Bernard Long, ainsi que le Laboratoire de bioconversion des eaux usées et des boues d'épuration en produits à valeur ajoutée du professeur Rajeshwar Dayal Tyagi.

Le 27 avril, un article portant sur les plans de forage scientifique en mer de Beaufort dans le but d'investiguer le potentiel d'émission de méthane des fonds marins est paru sur le site *Canada.com* et pour lequel le professeur Pierre Francus a accordé une entrevue. Cet article a été repris dans plusieurs journaux à travers le pays dans les jours qui ont suivi.

## Les programmes d'études

[www.ete.inrs.ca/ete/etudier/programmes](http://www.ete.inrs.ca/ete/etudier/programmes)

Six programmes de deuxième et troisième cycles sont offerts au Centre Eau Terre Environnement en sciences de l'eau et de la terre. Les programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat en sciences de la terre sont le fruit d'une collaboration avec le département de Géologie et Génie géologique de l'Université Laval. Les étudiants, inscrits dans l'établissement d'attache de leur directeur de recherche, acquièrent leur formation à la fois à l'INRS et à l'Université Laval.

### Deuxième cycle

- Maîtrise en sciences de l'eau
- Maîtrise professionnelle en sciences de l'eau
- Maîtrise en sciences de la terre
- Maîtrise en sciences de la terre – technologies environnementales

### Troisième cycle

- Doctorat en sciences de l'eau
- Doctorat en sciences de la terre



Geneviève Bordeleau (droite), doctorante à l'INRS, et un étudiant de l'Université Laval (gauche) lors de la Journée des Sciences de la Terre et de l'Environnement (JSTE), un événement conjoint INRS-UL pour les étudiants en sciences de la terre.

## Les stages

Le Centre Eau Terre Environnement encourage la venue de stagiaires postdoctoraux pour l'enrichissement de ses équipes de recherche. Des bourses postdoctorales de l'INRS sont disponibles. Le Centre accueille également chaque année des étudiants du premier cycle universitaire pour un stage d'été, une façon stimulante d'acquérir une expérience en recherche.

### Stages postdoctoraux à l'INRS :

[www.inrs.ca/recherche/stages\\_postdoctoraux](http://www.inrs.ca/recherche/stages_postdoctoraux)

### Stages d'été au Centre :

[www.ete.inrs.ca/ete/etudier/projets-etudes-stages](http://www.ete.inrs.ca/ete/etudier/projets-etudes-stages)



Dae Il Jeong, stagiaire postdoctoral et André St-Hilaire, professeur-chercheur lors de travaux de terrain en hydrologie.

La réalisation de la mission de formation et de recherche appliquée du Centre se fait grâce à l'expertise de haut niveau détenue par ses professeurs-chercheurs ainsi que par le biais de laboratoires, d'installations et d'équipements spécialisés dédiés à l'innovation.

Les principales infrastructures dont le Centre est doté comprennent des laboratoires de recherche modernes, des laboratoires à grande échelle, des infrastructures mobiles, ainsi qu'une station de recherche en milieu naturel.



Edifice INRS au centre-ville de Québec

Les **laboratoires pour l'innovation scientifique et technologique en environnement (LISTE)** sont situés au Parc technologique du Québec métropolitain. Ils servent, entre autres, à la mise à l'échelle des technologies développées en partenariat avec les entreprises. Dotés d'équipements permettant l'expérimentation préindustrielle essentielle à l'analyse de la viabilité économique des innovations, ces laboratoires constituent un atout majeur pour les entreprises québécoises et canadiennes.

Le Centre dispose également d'**infrastructures mobiles** permettant de réaliser sur le terrain des travaux spécialisés de décontamination environnementale, d'hydrogéologie et d'analyse géologique.

La **station de recherche CIRSA**, située à Sacré-Cœur au Saguenay près de l'embouchure de la rivière Sainte-Marguerite, offre aux équipes de recherche du Centre un espace de travail et de formation dans un environnement naturel exceptionnel. Elle comprend un laboratoire et peut accueillir jusqu'à 30 personnes.

L'ensemble de ces infrastructures appuie la recherche fondamentale et appliquée liée à l'hydrologie, la biogéochimie, les géosciences, ainsi qu'à l'assainissement et à la valorisation des matières résiduelles.

Ces outils d'innovation et l'expertise qui y est associée sont accessibles aux entreprises et aux agences par le biais de projets de recherche en collaboration orientés vers leurs besoins spécifiques. Le Centre offre ainsi l'opportunité aux acteurs de l'activité économique et aux organismes législateurs de contribuer à l'amélioration des connaissances tout en servant leur mission respective et en s'appropriant le savoir.

Les **laboratoires de recherche** sont localisés sur le campus urbain de l'Université du Québec au centre-ville de Québec. Ils comprennent un ensemble très complet d'équipements d'analyse essentiels à la recherche avancée ainsi que d'importantes capacités de modélisation et de traitement de données. Le Centre dispose notamment d'une salle blanche de classe 1000 incluant un espace de travail de classe 100, de salles environnementales pour des expériences à température contrôlée et d'équipements de préparation d'échantillons géologiques.



Laboratoires au parc technologique



Station de recherche CIRSA de l'INRS au Saguenay

POUR EN SAVOIR PLUS, VEUILLEZ CONTACTER : **Carole Parent**, agente de valorisation, [carole.parent@ete.inrs.ca](mailto:carole.parent@ete.inrs.ca), 418 654-2531

## LABORATOIRES DE RECHERCHE

Les laboratoires de recherche comprennent un laboratoire général et plusieurs laboratoires spécialisés ainsi que des salles de microscopie et de préparation des échantillons. Les laboratoires spécialisés permettent d'analyser des échantillons d'eau par colorimétrie, fluorométrie, radioisotopie et chromatographie, ainsi que d'analyser les composés organiques et les métaux traces présents dans différentes matrices (eau, effluents, boues d'épuration, sols, sédiments, tissus biologiques), et enfin, d'analyser les éléments présents dans des échantillons solides (roches, sols, sédiments, boues).

POUR EN SAVOIR PLUS, VEUILLEZ CONTACTER : **Stéfane Prémont**, responsable des laboratoires, stefane.premont@ete.inrs.ca

### Scanographie par microfluorescence X

**Analyses non destructives par radiographie couplées à l'analyse chimique par microfluorescence X de roches, de sols et de sédiments**

L'ITRAX™ Core Scanner permet l'acquisition simultanée et à très haute résolution (100 µm) des variations de densité et de structure, de la composition chimique et de l'image de l'échantillon. La microfluorescence X (XRF) permet la mesure de la plupart des éléments allant de l'aluminium à l'uranium. La configuration du système permet d'analyser des demi-carottes et U-channels de 1,8 m de long, des roches, des déblais de forage et d'autres matériaux fins.

Une des applications est la reconstitution, à diverses échelles temporelles, du climat du passé de régions peu documentées à partir de l'analyse de sédiments lacustres et marins.



Scanographie de microfluorescence X (ITRAX)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

**Pierre Francus**, pierre.francus@ete.inrs.ca

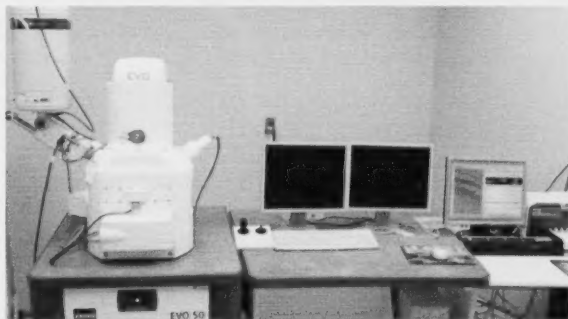
[www.ete.inrs.ca/gim](http://www.ete.inrs.ca/gim)

### Microscopie électronique à balayage

**Production d'images en haute résolution de la surface et de la composition d'un échantillon à l'aide d'une technologie utilisant les interactions électrons-matière**

Le microscope électronique à balayage (MEB) Zeiss EVO® 50 permet d'obtenir des images de la surface de matériaux solides à des grossissements allant de 100 X à 60 000 X.

Le MEB est équipé de trois types de détecteurs pour différentes applications : caractérisation morphologique (détecteurs d'électrons secondaires), densité atomique des phases et granulométrie (détecteurs à électrons rétrodiffusés), analyse ponctuelle de la composition chimique et affichage des éléments par cartographie (détecteur à rayons X). Le MEB peut fonctionner en pression contrôlée permettant l'observation d'échantillons sans métallisation préalable.



Microscope électronique à balayage (MEB)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

**Pierre Francus**, pierre.francus@ete.inrs.ca

[www.ete.inrs.ca/meh](http://www.ete.inrs.ca/meh)



## Biogéochimie aquatique et limnologie

### Analyse des métaux traces dans des échantillons liquides ou solides (tissus biologiques, matières en suspension, sédiments, sols) et analyse biooptique

Les principaux équipements sont les suivants:

- Compteurs de particules et de radioactivité (émissions bêta et gamma)
- Spectrophotomètre d'absorption atomique (flamme et four au graphite)
- Spectromètres d'émission atomique et de masse par plasma à couplage inductif (ICP-AES et ICP-MS)
- Appareils de chromatographie liquide, gazeuse et ionique (HPLC, LC-MS-MS, GC, GC-MS)
- Analyseur de mercure

Ces instruments appuient les recherches sur le cheminement des métaux toxiques dans la chaîne alimentaire, la biodisponibilité des contaminants, les impacts des activités anthropiques et l'évaluation de la sensibilité du milieu naturel.



Appareil de chromatographie en phase gazeuse

Les travaux en limnologie visent à évaluer les effets des changements climatiques sur la dynamique de mélange et la transparence de l'eau en milieu lacustre, et leur interaction avec le réseau alimentaire microbien. La biooptique permet de caractériser et dénombrer les petites particules (bactéries, picophytoplancton), faire le suivi *in situ* des microorganismes possédant une fluorescence naturelle, décrire leur morphométrie et leur taxonomie et étudier leur physiologie.

RESPONSABLE DU LABORATOIRE:

**Stéfane Prémont**, stefane.premont@ete.inrs.ca

## Géodynamique

### Orientation des efforts de prospection minière et pétrolière par l'interprétation structurale et tectonique des données géophysiques et de terrain, ainsi que par la simulation de processus géologiques

Les études de terrain et le traitement avancé des données géophysiques combinés aux méthodes de simulations physique, numérique et géophysique permettent d'interpréter la géométrie et l'évolution des structures géologiques ainsi que de déterminer les contrôles structuraux et tectoniques des gîtes minéralisés et des pièges à pétrole. La tomodesitométrie permet d'observer la déformation progressive des modèles physiques de simulation.

Les principaux équipements sont les suivants:

- Centrifugeuse d'accélération élevée (1000 g) permettant la mise à l'échelle de déformation de modèles en pâte à modeler et en mastic de silicone pour simuler la déformation ductile des roches et le diapirisme
- Bacs à sable permettant de réaliser des déformations à contrainte et vitesse contrôlées pour simuler la déformation fragile ou fragile-ductile des roches, les effets des structures et hétérogénéités lithologiques de socle et la mise en place des plutons
- Stations de travail équipées d'écrans interactifs et de logiciels spécialisés pour le traitement des données géophysiques (Oasis Montaj™ et l'extension GM-SYS 2D, Geosoft), l'analyse géotechnique en 2D (UDECT™ 5.0, Itasca), la reconstruction en 3D (GOCAD®, Gocad Research Group), et l'imagerie PIV (StrainMaster, LaVision)



Image en 3D d'un modèle de plissement durant l'écoulement canalisé

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE:

**Lyal Harris**, lyal.harris@ete.inrs.ca



## Télédétection appliquée

**Traitement et analyse d'images d'observation de la terre en vue de cartographier et de modéliser les phénomènes liés notamment à la ressource en eau dans un environnement nordique**

L'utilisation d'images satellitaires radars (RADARSAT, ASAR, TerraSAR-X) et optiques (GeoEye, Quickbird, Ikonos, NOAA) permet le développement d'applications pour la mesure et le suivi de la ressource hydrique, de la cryosphère (neige, glace, sol gelé) et de la ressource éolienne. Le Centre dispose d'une banque de plusieurs centaines d'images, en plus de logiciels spécialisés pour le traitement et l'analyse de celles-ci (Geomatca®, eCognition, ArcGIS et MATLAB®).

Les mesures réalisées grâce à l'instrumentation de terrain (carottiers à neige, géoradar, GPS, caméra GPS, station météo et sondes d'humidité) permettent l'étalonnage et la validation des algorithmes développés par les chercheurs.

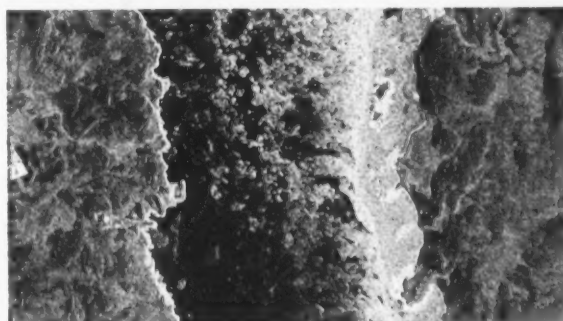


Image RADARSAT-2 centrée sur le port de Kuujuaq (© MDA et Agence spatiale canadienne)

### RESPONSABLES SCIENTIFIQUES:

**Monique Bernier**, monique.bernier@ete.inrs.ca

**Karem Chokmani**, karem.chokmani@ete.inrs.ca

## Modélisation hydrologique

Plusieurs logiciels de modélisation hydrologique ont été développés au Centre.

### En appui à l'hydraulique fluviale

**H2D2/MODELEUR**: H2D2 est un logiciel modulaire et extensible utilisant la méthode des éléments finis pour résoudre des équations de Saint-Venant, de convection-diffusion avec différentes cinétiques et de transport des sédiments de fond. Il peut être couplé au logiciel MODELEUR, un système d'information géographique (SIG) spécialisé dans le domaine de l'hydraulique fluviale.

[www.gro-nlr.ete.inrs.ca/H2D2](http://www.gro-nlr.ete.inrs.ca/H2D2)

### En appui à la gestion des eaux de surface à l'échelle des bassins versants

**HYDROTEL/PHYSITEL**: HYDROTEL est un modèle hydrologique distribué intégrant des données de télédétection et de SIG. Il permet de simuler toute une gamme de processus hydrologiques tels que les apports aux réservoirs hydroélectriques, les crues maximales probables afin d'évaluer la sécurité des barrages, le rôle des milieux humides et de l'aménagement du territoire dans l'hydrologie des bassins versants. PHYSITEL est un SIG spécialisé permettant de préparer la base de données pour différents modèles hydrologiques distribués.

<http://url.inrs.ca/hydro>

**GIBSI**: Système intégré de modélisation et de gestion des données attributs et spatiales d'un bassin versant incluant un système de gestion de la base de données et un SIG. GIBSI est un outil d'aide à la décision qui permet aux gestionnaires de l'eau d'explorer divers modes d'aménagement des ressources et du territoire à l'échelle du bassin versant (p. ex.: évaluation de pratiques de gestion bénéfiques d'assainissement agricole; évaluation des risques de contamination ponctuelle et diffuse des sources d'eau potable).

<http://url.inrs.ca/gibi>

### RESPONSABLES SCIENTIFIQUES:

H2D2: **Yves Secretan**, yves.secretan@ete.inrs.ca

HYDROTEL et GIBSI: **Alain N. Rousseau**, alain.rousseau@ete.inrs.ca

# LABORATOIRES POUR L'INNOVATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE EN ENVIRONNEMENT

Ces laboratoires regroupent des équipements plus imposants qui ne cadrent pas avec des laboratoires de recherche traditionnels ainsi que des unités préindustrielles de recherche appliquée demandant un environnement de travail plus robuste.

## Hydraulique environnementale

**Simulation dans un canal de grande dimension de houles, marées et courants de rivières à fort débit dans le but de développer des approches durables de gestion du littoral**

Quatrième plus grande infrastructure du genre au monde, ce canal hydraulique intégrant marées et courants est de loin le plus multifonctionnel de tous. Sa grande taille permet de faire des simulations à des échelles 1:5 jusqu'à 1:1 selon les processus.

Il offre un riche potentiel d'applications, par exemple pour :

- Modéliser le profil d'équilibre des plages
- Modéliser la sédimentation dans les ports et les marinas
- Étudier l'interaction des courants et des vagues sur les structures près des côtes et en mer
- Modéliser les dépassements et débordements sur les littoraux causés par la hausse du niveau marin
- Simuler l'effet des marées sur les aménagements portuaires
- Simuler l'effet des glaces sur les rives en présence de houle et de courants
- Modéliser la diffusion des polluants dans des systèmes hydrauliques complexes
- Concevoir des aménagements ou solutions douces de protection des côtes

D'une **longueur de 120 m**, d'une **largeur** et d'une **profondeur de 5 m**, le canal est muni d'un portique de levage de 10 tonnes en plus des éléments suivants :

- Batteur pour simuler différentes houles
- Atténuateur en enrochement
- Système de vidange et de remplissage connecté à un réservoir de 3500 m<sup>3</sup> pour simuler des marées
- Système bidirectionnel de circulation d'eau pouvant atteindre un débit de 5 m<sup>3</sup>/s généré par un propulseur
- Série de 13 supports multifonctionnels pour instruments de mesure (vitesse d'écoulement, turbidité, topographie, etc.) et 13 autres pour des mesures de niveau d'eau
- Système d'acquisition de données pouvant accueillir plus de 1600 capteurs



(Canal hydraulique (© Denis Bernier)

Des analyses sédimentologiques peuvent être réalisées sur place grâce à un tomodensitomètre (voir section suivante) sur lequel s'adaptent des canaux à échelle réduite permettant notamment de simuler des courants stationnaires, de la houle et des mouvements gravitaires.

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE:  
**Bernard Long**, [bernard.long@ete.inrs.ca](mailto:bernard.long@ete.inrs.ca)

## Tomodensitométrie

**Mesures non destructives des variations internes de densité sur des corps statiques (structure interne, porosité, etc.) ou mesures de phénomènes dynamiques principalement en hydrologie**

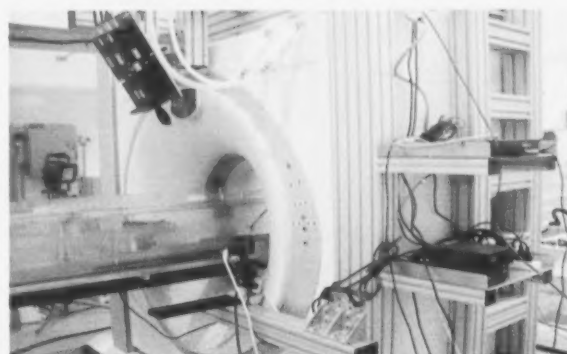
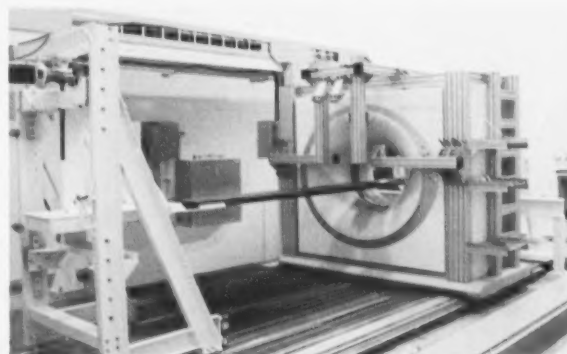
L'infrastructure est composée d'un tomodensitomètre **Siemens SOMATOM Sensation 64**, d'une unité de traitement et de stockage des données, d'un laboratoire de sédimentologie et d'appareils d'hydraulique, de biosédimentologie et d'hydrologie. L'ampleur de cette infrastructure est unique au Canada et dans une classe à part au niveau mondial.

Cet équipement médical adapté permet l'étude dynamique en 3D de structures solides et d'écoulements de fluides grâce à un volume créé à partir d'une séquence d'images simultanées d'une définition sous millimétrique.

Différents dispositifs confèrent à cet équipement une flexibilité d'application unique. Le tomodensitomètre est sensible à des variations de densité de 0,1 %. Il est doté d'une ouverture de 70 cm de diamètre et d'une configuration sources/détecteurs permettant des mesures à 360° autour du corps analysé. Il est installé sur des rails de 4 m de longueur permettant l'analyse d'objets de grande taille (troncs d'arbres, carottes de sédiments, etc.).

Il comprend également un granulomètre laser, des aquariums et des caissons de pression pour des mesures de bioturbation, ainsi que des canaux hydrauliques pouvant reproduire des courants unidirectionnels, de la houle et des mouvements gravitaires. Des instruments de mesure tels que courantmètre, turbidimètre, sonde de résistivité, laser et caméra les accompagnent. Un canal hydraulique de grande dimension (voir section précédente) est disponible pour valider à large échelle les mesures sous tomodensitomètre.

Les champs d'application de cet équipement d'une grande précision sont multiples et extrêmement variés: génie maritime (mesure du transport sédimentaire), génie géologique (risques géologiques et comportement des hydrates de gaz), hydrogéologie (migration des fluides et des polluants), foresterie (impacts d'insectes nuisibles), dendrochronologie (variations densimétriques des cernes de croissance), paléontologie (recherche de microfossiles dans les sédiments), écologie marine (comportement de la faune benthique), métallogénie (analyse de la structure 3D d'alliages), pétrographie (analyse de carottes de roches) et archéologie (analyse de la structure interne de pièces métalliques).



Tomodensitomètre SOMATOM Sensation (avec canal hydraulique dans l'image du bas)

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE:

**Bernard Long**, [bernard.long@ete.inrs.ca](mailto:bernard.long@ete.inrs.ca)

## Bioprocédés

### Mise en œuvre des principales étapes de transformation biologique de matières résiduelles visant à mettre au point ou à optimiser des procédés de conversion en produits à valeur ajoutée

Des unités modulaires permettent de réaliser toutes les étapes incluant le conditionnement de la matière première, sa transformation et la récupération du produit fini. L'objectif général est de développer, optimiser et mettre à l'échelle de nouveaux bioprocédés, ainsi que de récupérer, purifier et caractériser divers dérivés issus de la fermentation.

Les substrats de base utilisés peuvent être des matières résiduelles d'origine urbaine, industrielle, agricole, ou encore des milieux de culture synthétiques. Les produits générés peuvent être, notamment, des biopesticides microbiens et fongiques, des inoculants microbiens, des promoteurs de croissance végétale, des enzymes industrielles, des biopolymères, des biocarburants, des biosurfactants et du biohydrogène.

Deux hydrolyseurs d'une capacité respective de 150 et de 2000 litres servent au prétraitement des substrats.

Pour la fermentation, le complexe dispose de deux laboratoires de fermentation entièrement instrumentés, réservés respectivement aux matières résiduelles ou aux milieux synthétiques afin d'éviter toute contamination. Chaque laboratoire dispose de fermenteurs d'une capacité respective de 5, 15, 150 et 2000 litres.

À l'étape de la récupération du produit fini, les modules suivants servent au traitement des bouillons fermentés :

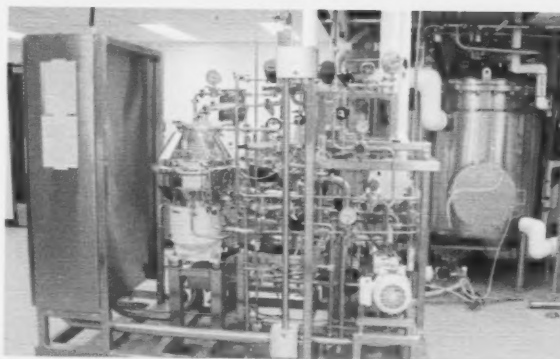
- Centrifugeuse en continu
- Unité de microfiltration et d'ultrafiltration
- Système de chromatographie par échange d'ions (séparation des protéines)
- Lit fluidisé (production de particules solides)
- Lyophilisateur

Les principaux instruments analytiques complétant l'installation sont les suivants :

- Cytomètre de flux
- Cycleur thermique pour ADN
- Appareil à électrophorèse



Hydrolyseurs de 150 et de 2000 litres



Centrifugeuse en continu

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE:

**Rajeshwar Dayal Tyagi**, rd.tyagi@ete.inrs.ca



## Électrotechnologies environnementales

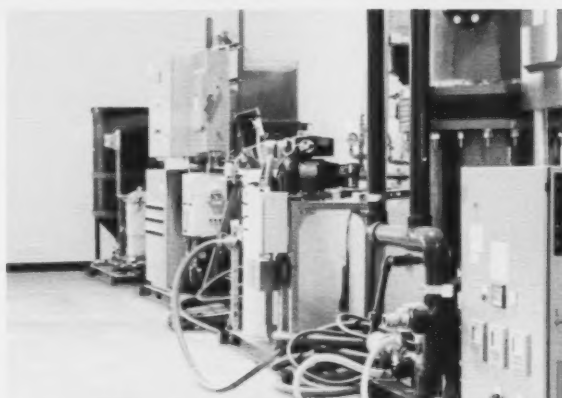
### Développement de procédés électrolytiques, membranaires et oxydatifs pour optimiser le traitement des eaux et d'effluents industriels

L'objectif du LEEPO (Laboratoire d'électrotechnologies environnementales et de procédés oxydatifs) est de développer des procédés novateurs pour améliorer les systèmes existants de traitement des eaux et d'effluents industriels, voire remplacer les technologies classiques peu efficaces pour l'élimination des contaminants organiques réfractaires, inorganiques et microbiens. On vise en particulier à mettre au point des unités compactes portatives ayant un large spectre de dépollution.

Les principaux équipements sont les suivants :

- Potentiostat/galvanostat
- Titrteur potentiométrique
- Spectrophotomètres UV-vis et de photoluminescence
- Cellules d'électrophotocatalyse et d'ozonation
- Réacteurs de photocatalyse et de sonochimie
- Deux réacteurs d'électrooxydation/électrodéposition de type laboratoire (2 – 5 L) et une unité de type préindustriel (100 – 150 L)
- Deux réacteurs d'électrocoagulation/électrofloculation de type laboratoire et une unité de type préindustriel
- Bioréacteur à membrane de type laboratoire (4 – 6 L) et une unité de type préindustriel (100 – 150 L)
- Unités de traitement membranaire allant de la microfiltration à l'osmose inverse

Certains des modules d'électrotechnologies peuvent être intégrés au laboratoire mobile d'assainissement et de décontamination.



Équipements du LEEPO pour expérimentation préindustrielle

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

**Patrick Drogui**, patrick.drogui@ete.inrs.ca

[www.leepe.ete.inrs.ca](http://www.leepe.ete.inrs.ca)

## Contamination souterraine

### Étude du comportement des contaminants dans le sol et l'eau souterraine et mise au point de procédés de traitement *in situ* à une échelle intermédiaire entre le laboratoire et le terrain

Les principaux équipements suivants permettent de simuler des écoulements souterrains, de suivre le transport des contaminants et d'expérimenter des technologies novatrices de décontamination des sols et de l'eau souterraine :

- Deux réservoirs de 4 et 9 m<sup>3</sup> pour tester des stratégies de restauration *in situ* en reproduisant différents patrons d'injection/pompage
- Unités mobiles d'extraction multiphase et de lavage de sols avec équipements de suivi des procédés
- Colonnes pour étudier la migration des contaminants dans le sol et évaluer différentes méthodes passives (atténuation naturelle, mur de réaction)
- Colonnes de différents volumes pour évaluer la performance de différentes méthodes actives (barbotage, ventilation, biodegradation, lavage aux tensioactifs et oxydation chimique)
- Espace laboratoire réfrigéré jusqu'à 6°C pour reproduire la température l'eau souterraine
- Instruments de mesures permettant la caractérisation des sols et des phases aqueuses et organiques échantillonnés lors des essais (granulométrie, courbe caractéristique, densité, viscosité, tension interfaciale, angles de contact)



Essai d'extraction multiphase et de lavage de sol

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE :

**Richard Martel**, richard.martel@ete.inrs.ca

## INFRASTRUCTURES MOBILES

Ces infrastructures sont utilisées pour réaliser des essais ou des analyses directement sur les sites d'intérêt. Outre les infrastructures décrites ci-dessous, un camion-laboratoire de biogéochimie est également disponible afin de préparer et traiter des échantillons prélevés sur le terrain avant leur transport lorsque nécessaire.

### Assainissement et décontamination

**Mise en œuvre à échelle préindustrielle d'un train de technologies impliquant des processus chimiques, physiques et biologiques afin de développer ou optimiser des procédés de décontamination tant en filière liquide que solide**

Cet équipement mobile permet de tester des technologies d'assainissement directement sur le site d'où provient l'effluent ou le sol contaminé à traiter. La remorque est spécialement aménagée pour accueillir divers modules correspondant à des systèmes disponibles sur le marché et pouvant être assemblés de manière à répondre aux besoins spécifiques de traitement.

En filière liquide, il est possible de traiter des eaux souterraines contaminées ainsi que des eaux usées municipales, industrielles ou agroalimentaires. En filière solide, des procédés de décontamination des sols, des matières résiduelles industrielles et dangereuses, et des boues d'épuration peuvent être développés ou optimisés. Certains montages permettent de répondre à des problématiques complexes de contamination mixte ou encore impliquant des contaminants récalcitrants.

Les principales unités modulaires sont les suivantes :

#### Filière liquide

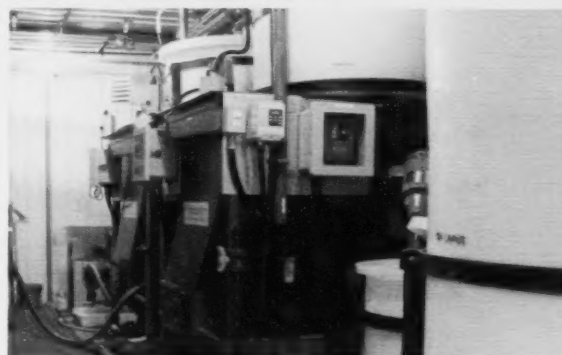
- Décanteur lamellaire
- Bioflottation/biofiltration/réacteur biologique séquentiel
- Filtre presse
- Filtre à plateaux
- Centrifugeuse
- Pressoir rotatif
- Échangeur d'ions
- Colonne d'adsorption

#### Filière solide

- Unité de tamisage
- Séparateur magnétique
- Table à secousses
- Lit fluidisé
- Banc de cellules de flottation



Remorque laboratoire



Decanteurs lamellaires avec instrumentation

#### RESPONSABLES SCIENTIFIQUES:

**Jean-François Blais**, jean-francois.blais@ete.inrs.ca

**Guy Mercier**, guy.mercier@ete.inrs.ca

## Caractérisation des aquifères

### Développement d'approches de caractérisation détaillée des aquifères sur le terrain permettant une modélisation numérique représentative

Le principal équipement permettant de caractériser les propriétés physiques et géochimiques des aquifères est une foreuse spécialisée Geotech 605. Avec les données recueillies, il est possible de modéliser l'écoulement de l'eau et le transport des contaminants dans les aquifères. Il est également possible d'évaluer la vulnérabilité des aquifères à la contamination, de déterminer les modalités de protection et les modes d'exploitation les plus adaptés en vue d'une gestion durable de la ressource en eau souterraine.

Cette foreuse sur chenille dispose d'un système d'enregistrement en temps réel et simultané des informations permettant la reconnaissance des matériaux et la détermination de leurs réponses mécanique, électrique et de leur porosité. Elle permet aussi l'échantillonnage du sol ou de l'eau souterraine sans nécessiter l'installation de puits d'observation permanents. Au besoin, le système peut être utilisé pour faire des installations de puits d'observation par enfoncement (sans forage). L'une des têtes de forage sert à faire des sondages par enfoncement (pénétration au cône) jusqu'à 30 m de profondeur dans les dépôts meubles et l'autre est munie d'un marteau pneumatique pour faire des sondages par rotopercussion jusqu'à 50 m dans le roc et les dépôts meubles.



Foreuse Geotech sur le terrain

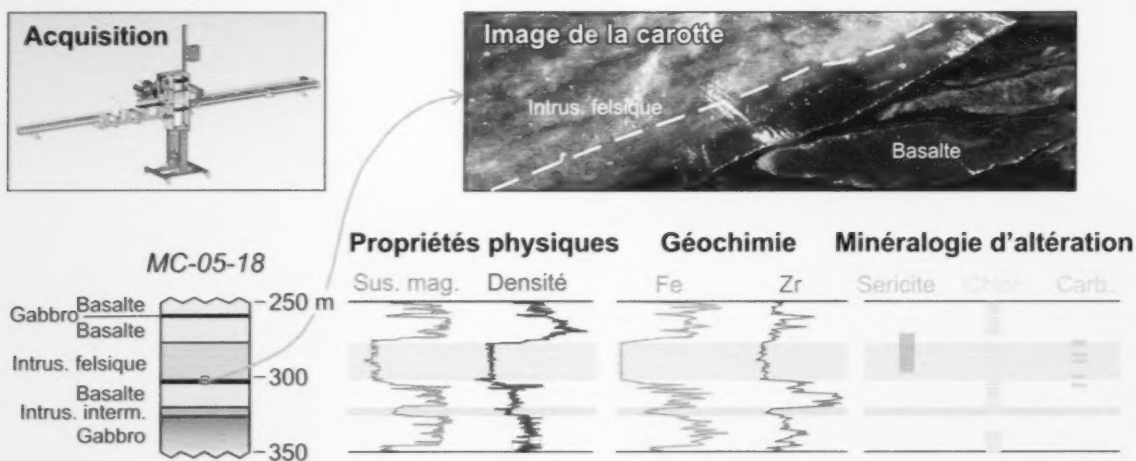
RESPONSABLE SCIENTIFIQUE:

**René Lefebvre**, rene.lefebvre@ete.inrs.ca

## Caractérisation des roches

### Mesures non destructives à haute résolution spatiale de paramètres physiques, minéralogiques et chimiques sur des carottes de forage

Le LAMROC (Laboratoire mobile de caractérisation physique, minéralogique et chimique des roches) permet de mesurer la densité et la susceptibilité magnétique et d'analyser la géochimie et la minéralogie de carottes de forage au diamant grâce à un système semi-automatisé. Celui-ci permet également l'acquisition d'une image continue de la carotte. Il est installé dans une unité mobile ce qui permet de tirer un maximum d'information de la carotte directement sur le site d'entreposage.



Plusieurs instruments portables sont aussi disponibles pour mesurer les propriétés physiques des roches sur le terrain (susceptibilité magnétique, densité, conductivité électrique, rayonnement gamma naturel).

RESPONSABLE SCIENTIFIQUE:

**Pierre-Simon Ross**, pierre-simon.ross@ete.inrs.ca

## La recherche et l'enseignement

### Équipes de recherche

Jean-Christian Auclair (P) Limnologie et géochimie aquatique

Yves Bégin (P) Dendroécologie  
Thibault Labarre (At et MSc)  
Mathilde Renaud (At)  
Sandy Erni (PhD)  
Nanie Ayotte (MSc)  
Yves Bouthilier (MSc)  
Pierre-Paul Dion (S)

Mario Bergeron (P) Chimie minérale et environnementale  
Alain Langlais (Ag)

Normand E. Bergeron (P) Géomorphologie et habitat fluvial  
Joëlle Bédard (T)  
Francis Bérubé (T)  
Clément Clerc (At)  
Flavien Pichon (At)  
Marc-André Pouliot (At)  
Mehdi Mekni (Postdoc)  
Stephen Dugdale (PhD)  
Elsa Goerig (PhD)  
Carol-Anne Gillis (PhD)  
Patricia Johnston (PhD)  
Jean-Baptiste Torterotot (PhD)  
Maxime Grenier (MSc)  
Pascal Marcotte (S)  
Magaly Oakes (S)  
Gabrielle Préfontaine-Dastous (S)  
André Boivin (superviseur de la station de recherche)

Monique Bernier (P) Télédétection  
Yves Gauthier (Ag)  
Jimmy Poulin (Ag)  
Clément Clerc (At)  
Andrés Jacome (Postdoc)  
Maria Dissanska (PhD)  
Yannick Duguay (PhD)  
Rebecca Filion (PhD)  
Charles Gignac (PhD)  
Kim Huong Hoang (PhD)  
Parvin Kalantari (PhD)  
Marion Tanguy (PhD)  
Thomas Bergeron (MSc)  
Stéphanie Bleau (MSc)  
Stéphane De Munck (MSc)  
Karine Labrecque (MSc)  
Laurence Provencher-Nolet (MSc)  
Tahiana Solonjatovo Ratsimbazafy (MSc)  
Jean-Simon Bédard (S)  
Julien Laliberté (S)  
Inga May (S)

Jean-François Blais (P) Assainissement et décontamination  
Myriam Chartier (Ag)  
Jihen Ben Khaled (PhD)  
Lucie Coudert (PhD)

Dikenane Kombila (PhD)  
Stéphanie Lafond (PhD)  
Khalifa Lounate (PhD)  
Nicolas Reynier (PhD)  
Sabrine Metahni (MSc)  
Loïc Bovio (S)  
Mel Constant (S)  
Mathilde Derouet (S)  
Pascal Manizan (S)  
Vincent Métro (S)  
Julien Mocellin (S)  
Heldiane Souza Dos Santos (S)

Satinder Kaur Brar (P) Bioremediation et contaminants émergents

Gurpreet Singh Dhillon (PhD)  
Fatma Gassara (PhD)  
Dipti Prakash Mohapatra (PhD)  
Saurabh Jyoti Sarma (PhD)  
Candice Antczak (S)  
Surinder Kaur (S)

Peter G.C. Campbell (P) Géochimie et écotoxicologie aquatique  
Bérénice Bougas (Postdoc)  
Paula Sanchez-Marin (Postdoc)  
Kristin Mueller (PhD)  
Anaïs Clercq (S)

Fateh Chebana (P) Hydrologie statistique  
Jean-Xavier Giroux (At)  
Yiping Han (At)  
Byungsoo Kim (Postdoc)  
Alexandre Lekina (Postdoc)  
Roland Pierre Ngom (Postdoc)  
Mohamed Aymen Ben Aissia (PhD)  
Mohamed Ali Ben Alaya (PhD)  
Yohann Moanahere Chiu (PhD)  
Martin Durocher (PhD)  
Reza Modarres (PhD)  
Hussein Wazneh (PhD)  
Bouchra Nasri (MSc)  
Dhouha Ouali (MSc)

### Légende

P : professeur-chercheur  
T : technicien de recherche  
Ag : agent de recherche  
As : associé de recherche  
At : assistant de recherche  
Postdoc : stagiaire postdoctoral  
PhD : étudiant au doctorat  
MSc : étudiant à la maîtrise  
S : stagiaire  
En italique : diplôme ou départ en cours d'année



Karem Chokmani (P) Télédétection et hydrologie

Jimmy Poulin (Ag)  
Andr s Jacome (Postdoc)  
Rody Nigel (Postdoc)  
Anas El Alem (PhD)  
Nourmonvi Yawu Sena (PhD)  
Yann Dribault (MSc)  
Thomas Morier (MSc)  
Julio Novoa Iniguez (MSc)  
Simon Perreault (MSc)  
Sophie Roberge (MSc)  
*Karem Boudabous (S)*  
Imen Ghannem (S)  
*Frédéric Gourdet (S)*  
*Brieuc Mallet (S)*

Patrice Couture (P)  cotoxicologie aquatique

Bérénice Bougas (Postdoc)  
Michel Amery Defo (PhD)  
Julie Grasset (PhD)  
Audrey Moffett (PhD)  
Géraldine Patey (PhD)  
Antoine Caron (MSc)  
*Ann Marie Bernier (S)*  
*Mariam Fadhlou (S)*  
*Maxime Gerin-Ouellet (S)*

Paul Drevnick (P) Biogéochimie des contaminants

Benjamin Barst (PhD)  
Karista Hudelson (PhD)

Patrick Drogui (P)  lectrotechnologies et traitement des eaux

Nam Tran (At)  
*Patrick Ath ba (Postdoc)*  
Rimeh Daghrir (PhD)  
Mand  L a Rosine Guitaya (PhD)  
Brahima Seyhi (PhD)  
*Fran ois Zaviska (PhD)*  
Fatou Senghor (MSc)  
*Jennifer Tardif (S)*

Sophie Duchesne (P) Hydrologie et infrastructures urbaines

*Nabila Bouzida (At)*  
Nomessi Kokutse (Postdoc)  
Babacar Toumbou (Postdoc)  
Thai Nam Pham (PhD)  
Lise Audet (MSc)  
Hind El-Housni (MSc)  
Amélie Th riaault (MSc)  
Jih ne Zaiem (MSc)

Claude Fortin (P) Biogéochimie des métaux

Isabelle Lavoie (As)  
Zhongzhi Chen (Postdoc)  
Jacqueline Levy (Postdoc)  
*Rachel Olette-Dodson (Postdoc)*  
Paula Sanchez-Marin (Postdoc)  
Jonathan Bernier (PhD)  
Anne Cr mazy (PhD)  
Michel Lavoie (PhD)  
Simon Leclair (MSc)  
*Marc-André Robin (MSc)*  
Guillaume T trault (MSc)  
*Cassandra Smith (S)*

Pierre Francus (P) Limnologie

Arnaud De Coninck (Ag)  
*David Fortin (Postdoc)*  
Frédéric Bouchard (PhD)  
Nicoleta Ciobanas (PhD)  
Guillaume Jouve (PhD)  
Fran ois Lapointe (MSc)  
Gabriel Rodrigue (MSc)  
*Laurence Provancher-Nolet (S)*

Bernard Giroux (P) Géophysique appliquée

*Maxime Claprood (Postdoc)*  
Linda Armelle Nzumotcha Thoumkam (PhD)  
Lorenzo Perozzi (PhD)  
Guillaume Cyr (MSc)  
Benjamin Gosselin-Cliche (MSc)

Erwan Gloaguen (P) Géophysique et g ostatistiques appliquées

*Pierrick Chasseriau (Postdoc)*  
*Maxime Claprood (Postdoc)*  
Roland Pierre Ngom (Postdoc)  
Martin Blouin (PhD)  
Camille Dubreuil-Boisclair (PhD)  
Patrick Simard (PhD)  
*Christine Bélanger (MSc)*  
Mathieu Sauvageau (MSc et S)

Charles Gobeil (P) Géochimie aquatique

*Zou Zou Anna Kuzyk (Postdoc)*  
Diego Campisi (PhD)  
Jade Bergeron (MSc et S)  
Roger Levasseur (MSc)

Yves Gratton (P) O c nographie physique

Claude Bélanger (As)  
*Dominique Boisvert (At)*  
Somayeh Nahavandian Esfahani (PhD)  
Caroline Sévigny (PhD)  
Jessy Barrette (MSc)

Landis Hare (P)  cotoxicologie et écologie d'eau douce

Dominic Ponton (PhD)  
Isabelle Proulx (PhD)  
Maikel Rosabal Rodriguez (PhD)  
Karine Bertrand (MSc)  
*Julien Lacharité (MSc)*

## Légende

P : professeur-chercheur  
T : technicien de recherche  
Ag : agent de recherche  
As : associé de recherche  
At : assistant de recherche  
Postdoc : stagiaire postdoctoral  
PhD :  tudiant au doctorat  
MSc :  tudiant à la maîtrise  
S : stagiaire  
*En italique : diplôme ou départ en cours d'année*

Lyal Harris (P) *Géologie structurale et géophysique*  
 Grégory Dufrechou (PhD)  
 Camille Armengaud (MSc)

Pierre Lafrance (P) *Biogéochimie des contaminants organiques*  
 Emmanuelle Caron (Postdoc)

Isabelle Laurion (P) *Écologie aquatique et bioptique*  
 Maciej Bartosiewicz (PhD)  
 Karita Negandhi (PhD)  
 Annabelle Waren (MSc)  
 Paschale Bégin (S)  
 Gabrièle Deslongchamps (S)  
 Virginie Sauter (S)

René Lefebvre (P) *Hydrogéologie*  
 Xavier Malet (T)  
 Jean-Marc Ballard (Ag)  
 Marc-André Carrier (Ag)  
 Harold Vigneault (Ag)  
 Pierrick Chasseriau (Postdoc)  
 Tien Dung Tran Ngoc (Postdoc)  
 Marc Laurencelle (PhD)  
 Daniel Paradis (PhD)  
 Laurie Tremblay (PhD)  
 Châtelaine Beaudry (MSc)  
 Patrick Brunet (MSc)  
 Pierre Ladevèze (MSc)  
 Emmanuelle Millet (MSc)  
 Morgan Peel (MSc)  
 Laure-Éloïse Bergeron (S)  
 David Collins-Fekete (S)  
 Pierre-Luc Rousseau (S)  
 Baptiste Tonon (S)

Bernard Long (P) *Sédimentologie marine*  
 Louis-Frédéric Daigle (T)  
 Régis Xhardé (As)  
 Mathieu Des Roches (At)  
 Stéphane Montreuil (PhD)  
 Francis Aucoin (MSc)  
 Constant Pilote (MSc et S)

Alain Mailhot (P) *Hydrologie urbaine*  
 Samuel Bolduc (At)  
 Guillaume Talbot (At)  
 Sébastien Raymond (Postdoc)  
 Claudine Fortier (MSc)  
 Karine Guinard (MSc et S)  
 Simon Lachance-Cloutier (MSc)  
 Laurene Autixier (S)  
 Ian Beauregard (S)  
 Marc-André Guérard (S)  
 Ariane Lévesque (S)  
 Christophe Vidil (S)

Michel Malo (P) *Géologie structurale*  
 Karine Bédard (Ag)  
 Félix-Antoine Comeau (Ag)  
 Jean-Philibert Moutenet (Ag)  
 Harold Vigneault (Ag)

Jean-Christophe Aznar (As)  
 Maxime Claprood (As et Postdoc)  
 Elena Konstantinovskaya (As)  
 Franck Diedro (Postdoc)  
 Sébastien Lange (Postdoc)  
 Jasmin Raymond (Postdoc)  
 Tien Dung Tran Ngoc (Postdoc)  
 Gaëlle Grundman (PhD)  
 Adeline Parent (PhD)  
 Jean-François Grenier (MSc)  
 Benjamin St-Pierre (MSc)  
 Diego Tovar (MSc)  
 Claire Kernin (aide de terrain)  
 Martin Racine (aide de terrain)  
 Fredy Villanueva Manotupa (aide de terrain)  
 Linda Aubert (agente de secrétariat)

Richard Martel (P) *Hydrogéologie*  
 Clarisse Deschênes-Rancourt (T)  
 Fanny Fortier-Fradette (T)  
 Richard Lévesque (T)  
 Sébastien Côté (Ag)  
 Luc Trépanier (Ag)  
 Uta Gabriel (As)  
 Lise Lamarche (As)  
 André Guy Tranquille Temgoua (As)  
 Vincent Boullianne (At)  
 Nicolas Francoeur-Leblond (At)  
 Geneviève Bordeleau (PhD)  
 Pascal Catellazzi (PhD et At)  
 Jean-Philippe Drolet (PhD et MSc)  
 Adriana Furlan Gumièrre (PhD)  
 Jean-Sébastien Gosselin (PhD)  
 Marie-Claude Lapointe (PhD)  
 Thomas Robert (PhD)  
 Marie-Juliette Jouveau (MSc)  
 Guillaume Lefrançois (MSc et S)  
 Mélanie Longpré-Girard (MSc et S)  
 David Fajardo Triana (S)  
 Milène Leduc (S)  
 Herilala Fabrice Randriandelinoro (S)  
 Claire Kernin (aide de terrain)  
 Linda Aubert (agente de secrétariat)

## Légende

P : professeur-chercheur  
 T : technicien de recherche  
 Ag : agent de recherche  
 As : associé de recherche  
 At : assistant de recherche  
 Postdoc : stagiaire postdoctoral  
 PhD : étudiant au doctorat  
 MSc : étudiant à la maîtrise  
 S : stagiaire  
 En italique : diplôme ou départ en cours d'année

Guy Mercier (P) *Décontamination et valorisation*  
 Emmanuelle Cecchi (As)  
 Lan Huong Tran (As)  
 Pauline Riche (At)  
 Sara Bisone (PhD)  
 Dileep Palakkeel Veetil (PhD)  
 Louis-César Pasquier (PhD)  
 Sanoopkumar Puthiya Veetil (PhD)  
 Karima Guemiza (MSc)  
 Michel Plourde (MSc)  
 Tengfei Xu (S)

Taha B.M.J. Ouarda (P) *Hydrométéorologie statistique*  
 Christian Charron (Ag)  
 Hélène Higgins (At)  
 Dae Il Jeong (Postdoc)  
 Byungsoo Kim (Postdoc)  
 Alexandre Lekina (Postdoc)  
 Jean-Xavier Giroux (MSc)  
 Dorra Hammami (MSc)  
 Iris Klein (MSc)

Claudio Paniconi (P) *Modélisation hydrogéologique*  
 Cintia Racine (Ag)  
 Mauro Sulis (As)  
 Asma Chermingui (PhD)

Marc Richer-Lafleche (P) *Geosciences appliquées*  
 Mahamed Koita (PhD)  
 Charlotte Athurion (MSc)  
 Hilda-Maria Paucar Munoz (MSc)  
 Yves Asselin (aide de terrain)  
 Jean-François Boily (aide de terrain)  
 André Castonguay (aide de terrain)  
 Édith Chouinard (aide de terrain)  
 Gaétan Gatién (aide de terrain)  
 Jacques Martin (aide de terrain)  
 Patrick Lajoie (aide de terrain)  
 Carl Soucy (aide de terrain)

Pierre-Simon Ross (P) *Volcanologie et géologie économique*  
 Alexandre Bourke (At)  
 Stefania Cioldi (PhD)  
 Julie Anaïs Debreil (PhD)  
 Séverine Delpit (PhD)  
 Bastien Fresia (MSc)  
 Abhidheya Dasi Holfeld (MSc)  
 Thierry Plamondon-Tremblay (S)

Alain N. Rousseau (P) *Modélisation hydrologique*  
 François Boulanger (T et S)  
 Alain Royer (T)  
 Sébastien Tremblay (T)  
 Stéphane Savary (Ag)  
 Patrick Gagnon (As et PhD)  
 Sylvio Jose Gurniere (Postdoc)  
 Dennis Hallema (Postdoc)  
 Daniel Nadeau (Postdoc)

Gwenaél Carrer (PhD)  
 Maxime Fossé (PhD)  
 Mushombe Muma (PhD)  
 Imene Ben Nasr (MSc)  
 Gabriel Houli Gosselin (MSc)  
 Philippe Noël (MSc)  
 Mathieu Oreiller (MSc)  
 Claudie Ratté-Fortin (MSc et S)  
 Léon Cantin (S)  
 Frédéric Horth Whittom (S)  
 Pierre-Érik Isabelle (S)  
 Jean-Christophe Leclerc-Massé (S)

Yves Secretan (P) *Hydro-informatique*  
 Jimmy Poulin (Ag)  
 Pascale Matte (PhD)  
 Pierre-Yves Lapointe (S)  
 Benoit Maranda (S)  
 Guillaume Martel-Genest (S)

André St-Hilaire (P) *Hydrologie environnementale et statistique*  
 Anik Daigle (As)  
 Sandra Proulx-McInnis (At)  
 Carol Rendell (At)  
 Dae Il Jeong (Postdoc)  
 Chunping Ou (Postdoc)  
 Deepti Joshi (PhD)  
 Audrey Maheu (PhD)  
 Julien Mocq (PhD)  
 Valérie Ouellet (PhD)  
 Laurie Beaupré (MSc)  
 Mohammed Aziz Es Salhi (MSc)  
 Hélène Higgins (MSc)  
 Sébastien Ouellet-Proulx (MSc et S)  
 Christian Saad (MSc)  
 Simon Massé (S)  
 Louis-Pierre Trottier (S)

Normand Tassé (P) *Géochimie*

## Légende

P : professeur-chercheur  
 T : technicien de recherche  
 Ag : agent de recherche  
 As : associé de recherche  
 At : assistant de recherche  
 Postdoc : stagiaire postdoctoral  
 PhD : étudiant au doctorat  
 MSc : étudiant à la maîtrise  
 S : stagiaire  
 En italique : diplôme ou départ en cours d'année

Rajeshwar Dayal Tyagi (P) *Bioconversion des résidus*

Jyothi Bezawada (As)  
Jean-Robert Gnepe (As et PhD)  
Song Yan (As)  
François Chabot (At)  
Matheyambath Ajila Chandran (Postdoc)  
Shyam Krishna (Postdoc)  
Indrani Bhattacharya (PhD)  
*Jean-Philippe Chenel (PhD)*  
Mathieu Drouin (PhD)  
Lalit Lalit Kumar (PhD)  
Sarrah Magdouli (PhD)  
Amine Mahmoudi (PhD)  
Josée-Anne Majeau (PhD)  
Tanaji More (PhD)  
Sridhar Pili (PhD)  
Tarek Rouissi (PhD)  
Manju Shahare (PhD)  
Jay Shankar Singh Yadav (PhD)  
Xiao Lei Zhang (PhD)  
Elisabeth Portal (MSc)  
*Syrine Gargouri (S)*  
*Titouan Genty (S)*

Jean-Pierre Villeneuve (P) *Gestion intégrée des ressources en eau*

Sébastien Tremblay (T)  
Nomessi Kokutse (Postdoc)  
Babacar Tournbou (Postdoc)  
Hong Trang Nguyen (PhD)  
Phu Duc Nguyen (PhD)  
Xuan Tuan Nguyen (PhD)  
Thi Thu Ha Pham (PhD)  
*Kassandra Bouchard (S)*  
*Myra-Kim Fortin (S)*  
Julie Fortin (agente de secrétariat)

### Autres étudiants

En sciences de la terre sous la supervision d'un professeur associé

Cristian Alvarez (MSc, Christian Bégin)  
Antoine Caté (PhD, Patrick Mercier-Langevin)  
Anthony-Franco De Toni (MSc, Louise Corriveau)  
Lauriane Dinis (PhD, Martine M. Savard)  
*Annick Doucet (PhD, Martine M. Savard)*  
Vivien Janvier (PhD, Sébastien Castonguay)  
Josué Jautzy (PhD, Jason Ahad)  
*Lise Lamarche (PhD, Michel Parent)*  
*François Leclerc (PhD, Jean H. Bédard)*  
Jean-François Montreuil (PhD, Louise Corriveau)  
Maud Naulier (PhD, Martine M. Savard)  
William Oswald (PhD, Sébastien Castonguay)  
Marie-Amélie Pétré (PhD, Alfonso Rivera)  
Jean-François Ravenelle (PhD, Benoît Dubé)  
Rachel Thériault (MSc, Martine M. Savard)  
David Yergeau (PhD, Patrick Mercier-Langevin)

À la maîtrise professionnelle en sciences de l'eau

*Maxime Bélanger*  
Steve Boivin  
*Raphaël Combes*  
Gabriel Cotte  
*Charles-Olivier Laporte*  
*Sanae Outoun*

Léonie Sévigny-Côté

*Magali Wirtensohn*

Autres étudiants de 2<sup>e</sup> cycle

*Thomas-Charles Fortier-Filion (sous la supervision de*  
*Anne-Catherine Favre)*  
Elodie Laforgue (étudiante libre)

### Autres professeurs

#### Émérites

Bernard Bobée  
Georges Drapeau  
Michel Slivitzky

#### Honoraires

Aïcha Achab  
Jean-Pierre Fortin  
Michel Leclerc  
Sinh Lequoc  
Guy Morin  
Jean-Louis Sasseville  
Alain Soucy  
André Tessier

#### Associés

Jason Ahad, CGC-Québec  
Guy Ampleman, RDDC-Valcartier  
Jean H. Bédard, CGC-Québec  
Christian Bégin, CGC-Québec  
Sébastien Castonguay, CGC-Québec  
Louise Corriveau, CGC-Québec  
Benoît Dubé, CGC-Québec  
Mathieu J. Duchesne, CGC-Québec  
Michel Houlié, CGC-Québec  
Donna Kirkwood, CGC-Québec  
Denis Lavoie, CGC-Québec  
Patrick Mercier-Langevin, CGC-Québec  
Yves Michaud, CGC-Québec  
Jean Morin, Environnement Canada  
Miroslav B. Nastev, CGC-Québec  
Michel A. Parent, CGC-Québec  
Didier Perret, CGC-Québec  
Nicolas Pinet, CGC-Québec  
Christine Rivard, CGC-Québec

### Légende

P : professeur-chercheur  
T : technicien de recherche  
Ag : agent de recherche  
As : associé de recherche  
At : assistant de recherche  
Postdoc : stagiaire postdoctoral  
PhD : étudiant au doctorat  
MSc : étudiant à la maîtrise  
S : stagiaire  
*En italique* : diplôme ou départ en cours d'année



Alfonso Rivera, CGC-Québec  
René Roy, Hydro-Québec - IREQ  
Martine M. Savard, CGC-Québec  
Sonia Thiboutot, RDDC-Valcartier  
Bernard Vigneault, CGC-Québec

### Invités

Marc Amyot, Université de Montréal  
Simon Barabé, UQTR  
Hamel Benmoussa, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)  
Louis Bernatchez, Université Laval  
Thomas Buffin-Bélanger, UQAR  
Daniel Caissie, Pêches et Océans Canada  
Michel Chouteau, École Polytechnique de Montréal  
Paul Cooper, University of Toronto  
Daniel Cossa, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER, France)  
Simon Charles Courtenay, Pêches et Océans Canada  
Richard A. Cunjak, Canadian Rivers Institute, University of New-Brunswick  
Jean-Pierre Dedieu, LARHRA - CNRS (France)  
Nassir El-Jabi, Université de Moncton  
Anne-Catherine Favre, Université Laval  
Jaime M. Gárfias Soliz, Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA, Mexique)  
Pierre-Louis Gosselin, Institut national de la santé publique du Québec (INSPQ)  
Sylvio Jose Gumiere, Université Laval  
Katy Haralampides, University of New-Brunswick  
Klaus Holliger, Université de Lausanne (Suisse)  
Eric Johnson, Hartwick College (New York, États-Unis)  
Sylvain Jutras, Université Laval  
Sandra Kentish, University of Melbourne (Australie)  
Scott Lamoureux, Queen's University  
Véronique Lapaige, Université de Montréal  
Isabelle Larocque Tobler, Université de Berne (Suisse)  
Robie W. Macdonald, Pêches et Océans Canada  
Jean-Louis Morel, Institut national polytechnique de Lorraine (INPL, France)  
Mir Abolfazo Mostafavi, Université Laval  
Michel Nolin, Agriculture et Agroalimentaire Canada  
Reinhard Pienitz, Université Laval  
John F. V. Riva, retraité, Université Laval  
Marie-Odile Simonnot, Institut national polytechnique de Lorraine (INPL, France)  
Minh Y. Tran, Académie des sciences et des technologies du Vietnam (Vietnam)  
Bruno Tremblay, Université McGill  
Gozo Tsujimoto, Kobe City College of Technology (Japon)  
José R. Valéro, retraité, Service canadien des forêts (SCF)  
Kevin J. Wilkinson, Université de Montréal  
Fumihiko Yamada, Kumamoto University (Japon)  
Fatiha Zidane, Université Hassan II (Maroc)

### Chargés de cours

Louis Fontaine (EAU 301 : Gestion de projet en eau et environnement)  
Yvon Maranda (EAU 203 : Introduction à l'administration publique de l'eau)

### Chercheurs invités

Gilles Bellefleur, Commission géologique du Canada (CGC)  
Rudolf Bertrand, retraité, Centre Eau Terre Environnement de l'INRS  
Gerardo Buelna, Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)  
Athyna Cambouris, Agriculture et Agroalimentaire Canada  
François Caron, Centre interuniversitaire de recherche sur le saumon de l'Atlantique (CIRSA)  
Daniel Caya, Consortium Ouranos  
Marie Clément, Pêches et Océans Canada  
Catherine Couillard, Pêches et Océans Canada  
Emmanuela Diaz, Recherche et Développement pour la défense Canada à Valcartier (RDDC Valcartier)  
Bernard Doyon, Collège F.X. Garneau  
Sylvie Dufour, CNRS (France)  
Peter S. Galbraith, Pêches et Océans Canada  
David Huard, Consortium Ouranos  
Feten Jarraya Horriche, Centre de recherches et des technologies des eaux (Tunisie)  
Mickaële Le Ravalec-Dupin, IFP Énergies nouvelles (IFPEN, France)  
Yvon Maranda, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec  
Emma Michaud, CNRS (France)  
Marc Mingelbier, Ministère des Ressources naturelles du Québec  
Marie Minville, Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ)  
Luc Perreault, Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ)  
Louis Prieur, Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer (France)  
Milla Rautio, UQAC  
Rao Y. Surampalli, United States Environmental Protection Agency (EPA, États-Unis)  
Muriel Thibaut, IFP Énergies nouvelles (IFPEN, France)  
Richard Turcotte, Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec  
Marc Vallée, Fugro Airborne Surveys

## Les services

### Direction

Yves Bégin (directeur)  
Isabelle St-Jacques (adjointe)  
Valérie Garant (agente de secrétariat)  
Ariane Leduc (agente de secrétariat)

### Valorisation de la recherche

Carole Parent  
Stéphanie Racine  
*Sophie Walsh-Sauvageau*

### Administration

Ginette Belleau (responsable)  
Dominique Cantin  
Diane Lortie  
Marie-Noëlle Ouellet  
*Mylène Paradis*  
Manon Poitras  
Guylaine Vallée

### Bâtiment

Serge Marcoux (responsable)  
Céline Bélanger  
Étienne Bérubé  
Bruno Drolet  
Sylvain Dufour  
Gilles Guérin  
Sophie Magos  
Alain Poirier  
Luc Rose  
Pierre Tailleux

### Documentation et information

Jean-Daniel Bourgault (responsable)  
Pascale Dion  
Chantal Paquin  
Anne Robitaille  
Jean-Michel Thériault

### Informatique et télécommunications

Claude Blanchette (responsable)  
Claude Champagne  
Gustavo Da Silva  
Luc Jalbert  
Marc St-Pierre  
Sacha Wasylyszyn

### Laboratoires

Stéfane Prémont (responsable)  
Anissa Bensadoun  
Jean-François Dutil  
Sébastien Duval  
Pauline Fournier  
Philippe Girard  
Sandra Jobidon  
Marie Létourneau  
Julie Perreault  
Lise Rancourt  
René Rodrigue

### Cartographie

Marco Boutin

### Enseignement

Suzanne Dussault  
Johanne Desrosiers

### Stagiaires

*Anne-Marie B.-Martel (laboratoires)*  
*Stéphanie Geay (documentation)*  
*Louis Noreau (laboratoires)*  
*Mathieu Robitaille-Boutin (administration)*



[WWW.INRS.CA](http://WWW.INRS.CA)

**INRS**  
Université d'avant-garde